



ЭФФЕКТ КАТЕГОРИАЛЬНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ЭКСПРЕССИЙ ЛИЦА: МНОГООБРАЗИЕ ПРОЯВЛЕНИЙ¹

КУРАКОВА О.А., Центр экспериментальной психологии МГППУ, Московский институт психоанализа, Москва

ЖЕГАЛЛО А.В., Институт психологии РАН, Центр экспериментальной психологии МГППУ, Москва

В статье рассмотрено многообразие проявлений эффекта категориальности, возникающего при восприятии эмоциональных выражений лица человека. Определены методические требования к исследованиям структуры перцептивного пространства эмоциональных экспрессий. В экспериментальных сериях с использованием сконструированных при помощи компьютерного морфинга переходов между всеми парами семи базовых эмоций выявлены три основных паттерна восприятия переходных экспрессий: пик (проявление классического эффекта категориальности), плато и равномерное распределение (отсутствие проявления эффекта категориальности). Результаты исследования свидетельствуют о том, что устойчивость эффекта связана с конкретным эмоциональным содержанием используемого стимульного материала.

Ключевые слова: эмоциональные экспрессии, эффект категориальности, дискриминационная задача АВХ, восприятие лица, компьютерный морфинг.

Эффект категориальности восприятия как способ изучения структуры перцептивного пространства экспрессий

Одной из основных проблем, связанных с изучением лица человека, является восприятие выраженных на нем эмоциональных состояний. Принципиально различные ответы на вопрос о соотношении воспринимаемых мимических проявлений различных эмоций дают категориальные и многомерные модели перцептивного пространства. Модели восприятия эмоциональных экспрессий как независимых категорий основываются на гипотезе о существовании базовых, или универсальных, эмоций (см.: Reisenzein, 2000) – врожденных эволюционно значимых аффективных программ, которые, в отличие от социальных выражений эмоций, проявляются в мимике и воспринимаются однозначно представителями любой культуры (Darwin, 1872; Ekman, 1999 a, b). Иное понимание структуры воспринимаемых экспрессий предлагается в многомерных моделях: они представляют собой пространства, определяемые набором ортогональных измерений; количество независимых измерений начинается с двух – положительная/отрицательная валентность и активация (возбуждение)/инактивация (сон) (Russell, 1980); в трехмерных моделях к ним добавляются оси напряжение/разрядка (Вундт, 2002), принятие/отвержение (Woodworth, Schlosberg, 1954) или контроль (Osgood, 1966). В исследованиях Ч.А. Измайлова (Измайлов и др., 1999) предложена сферическая четырехмерная модель перцептивного пространства экспрессий.

Категориальный характер восприятия эмоций может быть изучен через проявления эффекта категориальности. Согласно С. Харнаду, в эффекте категориальности восприятия отражается общая способность человека к построению категорий – дискретных и иерархически упорядоченных репрезентаций предметов окружающего мира (Harnad, 1990). В строгой формулировке данный эффект описывается ступенчатой психофизической функцией,

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, грант № 12-36-01257a2.

преобразующей линейное изменение некоторого физического признака стимульного материала в дискретные перцептивные категории так, что при достижении порогового значения по физической шкале у наблюдателя происходит резкая смена категории, к которой он относит воспринимаемый объект (Pastore, 1990). В таком случае различие между физически эквидистантными объектами имеет место только на границе категорий и становится невозможным, если оба различаемых объекта относятся к одной категории. Однако эмпирические данные, полученные в большом ряде исследований восприятия эмоциональной мимики (Calder et al., 1996; Cheal, Rutherford, 2011; Etcoff, Magee, 1992; de Gelder et al., 1997; Herba et al., 2007; McCullough, Emmorey, 2009; Roberson et al., 2007; Roberson, Davidoff, 2000; Suzuki et al., 2005; Teunisse, de Gelder, 2001; Young et al., 1997), свидетельствуют в пользу более слабой формы проявления категориального эффекта: линейному изменению физического признака соответствует монотонная нелинейная психофизическая функция. При этом различие объектов внутри одной перцептивной категории оказывается возможным, хотя и менее точным, нежели между объектами из разных категорий.

Основные этапы изучения эффекта категориальности восприятия в рамках психофизического подхода заключаются в следующем:

1) на основании пары объектов-стимулов, о которых известно, что они относятся к разным перцептивным категориям, формируется переходный стимульный ряд так, чтобы между последовательными стимулами в ряду расстояния по физическому признаку оставались одинаковыми;

2) испытуемыми выполняется задача дискриминации (*discrimination task*), или различения, объектов, составляющих эквидистантные пары;

3) испытуемые выполняют задачу идентификации (*identification task*), или называния, объектов – относят каждый из них к той или иной категории (в основном используется методика двух- или многоальтернативного вынужденного выбора между названиями категорий, реже предлагается свободный выбор названия (см., напр.: Барабанщиков, 2009; Hartendorp et al., 2010);

4) проводится анализ результатов выполнения задачи различения и сравнение их с теоретически предсказанными на основании результатов идентификации.

Особенностью использования этой экспериментальной парадигмы по отношению к изображениям сложных объектов, в частности, лица, является отсутствие очевидного физического признака, изменение которого может быть проконтролировано и измерено для последующей оценки формы психофизической функции. В большинстве проведенных на сегодняшний день исследований использовался линейный морфинг (трансформация), позволяющий получить переходный ряд от одного изображения до другого через промежуточные «морфы» (см.: Дивеев, Хозе, 2009; Барабанщиков, Хозе, 2012), а за равенство физических различий между последовательными изображениями принималось равенство «шагов» морфинга, или равномерное изменение процента вклада одного из прототипов в промежуточные морфы. В отдельных работах физический признак, по которому различаются изображения, контролировался и определялся как расстояние в многомерном пространстве пикселей изображения (Fiorentini, Viviani, 2009). Кроме того, некоторые исследователи осуществляли попытку избежать ограничений, связанных с использованием искусственно сконструированных при помощи морфинга изображений, для чего переходные ряды между экспрессиями создавались с помощью видеосъемки натурщиков, однако равномерность таких переходных рядов не была проконтролирована (Schiano et al., 2004).



Нелинейное преобразование физического пространства стимулов в перцептивное пространство экспрессий наблюдается и при использовании принципиально иной методики, а именно многомерного шкалирования ответов испытуемых, полученных методом триад (исключение объекта, наименее похожего на два других) и методом группировки изображений (Bimler, Kirkland, 2001; Bimler, Paramei, 2006). Эти работы позволяют сделать вывод о том, что категориальный эффект не является артефактом экспериментальной процедуры различения.

Методические требования к изучению структуры перцептивного пространства

В ходе проведенной ранее работы в рамках коммуникативного подхода к изучению познавательных процессов (Барабанщиков, Жегалло, 2007; Барабанщиков и др., 2009) были сформулированы следующие методические требования к исследованию структуры перцептивного пространства эмоциональных экспрессий:

- используемый в дискриминационной задаче стимульный материал должен помимо искусственно построенных переходных изображений включать также исходные фотографии базовых экспрессий;

- необходимо соблюдение принципа эквидистантности, или равенства физических различий между последовательными объектами в переходном ряду (Барабанщиков и др., 2007);

- средняя эффективность решения дискриминационной задачи не должна превышать 65–70%, при более высоком ее уровне выявить эффект категориальности невозможно (Жегалло, 2007; также см.: Pastore, 1990);

- вместо классической последовательной дискриминационной задачи следует использовать параллельно-последовательную, позволяющую устранить эффект асимметрии экспозиций (Жегалло, 2008; также см.: Levin, Beale, 2000; Roberson et al., 2007);

- надежный результат может быть получен только на относительно большой выборке (от 20 человек);

- необходимо избегать длительных экспериментальных сессий, во время которых у испытуемых может происходить научение и формирование новых перцептивных категорий (Goldstone, 1994).

Описанные требования не всегда выполнялись в исследованиях эффекта категориальности. Так, в некоторых работах исходные фотографии – прототипы экспрессий – не предъявлялись для идентификации и различения (Calder et al., 1996; Fiorentini, Viviani, 2009; Roberson, Davidoff, 2000; Young et al., 1997) в основном из-за их существенных отличий от переходных экспрессий – морфов – по качеству изображения. Однако эффекты адаптации и научения, возникающие в ходе эксперимента, могут приводить к смещению как центров категорий, так и их границ (Webster et al., 2004), избежать чего можно при предъявлении прототипов. Отсутствие эффекта категориальности наблюдалось при достижении «потолочного» эффекта, вызванного слишком большими различиями изображений в дискриминационной задаче (Schiano et al., 2004: изображения, предъявляемые в паре, отличались на 25% расстояния между прототипами в ряду морфинга, а эффективность решения такой задачи превышала 80%). Эффекты последовательности в задаче различения учитывались лишь в отдельных работах при сравнении результатов последовательной задачи АВХ и параллельной задачи same-different (Calder et al., 1996; Young et al., 1997) или устранялись при использовании схемы предъявления X-AB (Suzuki et al., 2005; Roberson,

Davidoff, 2000). Малые (как правило, до 15 человек) выборки имплицитно обосновывались представлениями П. Экмана об инвариантном характере восприятия базовых эмоциональных экспрессий; однако проведенный анализ показывает, что восприятие переходных экспрессий инвариантным не является и может зависеть от индивидуальных особенностей (Жегалло, 2009; Jack et al., 2012).

На сегодняшний день эмпирические данные о различении переходных эмоциональных экспрессий получены лишь для нескольких пар фотоизображений базовых эмоций. Эффект категориальности продемонстрирован при восприятии переходных рядов от экспрессии радости до шести других базовых экспрессий, включая нейтральную, однако в ряде работ наличие эффекта категориальности не подтвердилось для переходных рядов радость–удивление (Etcoff, Magee, 1992; исходным материалом для морфинга послужили схематичные изображения, а не фотографии, и эффективность различения не опускалась ниже 80%) и радость–печаль (в части экспериментов в работах: Calder et al., 1996; de Gelder et al., 1997; эффективность различения также превышала 80%). Экспрессия радости занимает особое положение среди остальных базовых экспрессий, что подтверждается рядом исследований (см.: Suzuki et al., 2010). Так, отличать ее от других эмоций способны уже 6-месячные младенцы (Kotsoni et al., 2001). Имеется также значительный объем данных о различении переходных экспрессий, одним из прототипов которых является гнев, а другим – радость, печаль, отвращение или страх. При этом результаты разных исследователей (Calder et al., 1996; Etcoff, Magee, 1992; de Gelder et al., 1997; McCullough, Emmorey, 2009; Roberson, Davidoff, 2000; Teunisse, de Gelder, 2001; Young et al., 1997) согласуются между собой в том, что переходные экспрессии от гнева к радости, печали и отвращению воспринимаются категориально (противоположные результаты см. в работах: Жегалло, 2007; Fiorentini, Viviani, 2009); относительно ряда гнев–страх получены неоднозначные результаты: в нескольких исследованиях (Fiorentini, Viviani, 2009; de Gelder et al., 1997), в отличие от большинства других, эффекта категориальности между этими экспрессиями не было обнаружено. Данные о различении остальных переходных рядов фрагментарны, а для восьми рядов (включающих преимущественно экспрессию удивления и нейтральное выражение лица) из возможных 21 отсутствуют.

Наиболее полный спектр переходных экспрессий представлен в работе Э. Янга и других (Young et al., 1997). Исследователями был создан 21 искусственный переходный ряд между семью изображениями натурщика JJ из набора POFA (Ekman, 1993): радость, печаль, страх, удивление, гнев, отвращение, спокойное лицо, но данные об эффективности различения экспрессий были получены только для шести переходных рядов (радость–удивление–страх–печаль–отвращение–гнев–радость) всего на 12 испытуемых. Для остальных рядов выполнялась только задача идентификации (вынужденного альтернативного выбора) с замером времени реакции на выборках, не превышавших 10 человек, а какие-либо данные по выполнению дискриминационной задачи на этом материале полностью отсутствуют.

Таким образом, в задачу настоящего исследования входила проверка гипотезы о проявлениях эффекта категориальности при различении каждого из возможных переходных рядов с соблюдением всех описанных выше методических требований, а также оценка устойчивости эффекта.

Стимульный материал

В качестве стимульного материала использовались созданные с помощью морфинга переходные ряды между фотографиями базовых экспрессий натурщика JJ из набора POFA (Ekman, 1993): радости (индекс в POFA JJ4-7), удивления (JJ4-13), страха (JJ5-13), печали (JJ5-5), отвращения (JJ3-20), гнева (JJ3-12), а также спокойного лица (JJ3-4). Процедура подготовки стимульного материала включала следующие этапы:

1) для обеспечения максимально высокого качества переходных изображений-морфов предварительно проводилась их коррекция в программе обработки изображений: уравнивание средней яркости, размера и угла поворота лица (так, чтобы центры зрачков каждого изображения лежали на горизонтальной линии);

2) на каждое изображение наносилось до трехсот опорных точек, повторяющих контуры основных черт лица, для обеспечения близкого к фотографическому качества изображений-морфов и нивелирования возможных артефактов процедуры морфинга (таких, как «фантомные» черты лица), которые могут влиять на точность различения изображений, а также приводить к тому, что лица и их эмоциональные экспрессии будут выглядеть неестественно;

3) для каждой из 21 пары исходных изображений в программе компьютерного морфинга были сформированы переходные ряды, состоящие из 98 (+2 прототипа) изображений;

4) на все полученные изображения была наложена одинаковая по форме черная маска, скрывающая все, кроме лица (уши, волосы и т. д., так как они несут дополнительную, не относящуюся к эмоциональной экспрессии информацию, которая может облегчать или усложнять различение изображений);

5) из каждого переходного ряда были выбраны по шесть одинаково отличающихся друг от друга изображений (включая два исходных): для этого был использован формальный критерий теоретических расстояний между изображениями, рассчитанных как вычтенное из единицы скалярное произведение векторов, компонентами которых являются нормированные уровни яркости отдельных пикселей изображений (при помощи программы Dimg; автор – А.В. Жегалло).

Таким образом был получен набор из 186 изображений (прототипы входили в него по несколько раз в составе различных переходных рядов); в качестве примера на рис. 1 представлен ряд радость–печаль.



Рис. 1. Переходный ряд между экспрессиями радости и печали

Различение экспрессий в задаче АВХ

Эксперимент 1. Задача первого этапа исследования – изучение эффективности различения переходных эмоциональных экспрессий между семью прототипами базовых эмоций с учетом сформулированных выше методических требований. Относительно каждого переходного ряда проверялись гипотезы, связанные с наличием или отсутствием эффекта категориальности: а) полное отсутствие эффекта – точность различения последовательных изображений в переходном ряду не меняется при удалении от прототипов; б) классический эффект категориальности – пик в середине переходного ряда (на границе перцептивных категорий) и снижение точности различения вблизи прототипов; в) проявление неравномерности функции различения, не отражающее эффекта категориальности в классическом понимании.

Методика. Дискриминационная задача. В качестве задачи на различение использовалась последовательно-параллельная дискриминационная задача АВХ (Жегалло, 2008), которая позволяет контролировать загрузку рабочей памяти и эффекты последовательности, возникающие при последовательном предъявлении изображений.

В каждой пробе испытуемому на экране ЭЛТ-монитора последовательно предъявлялись на сером фоне:

- а) центральный фиксационный крест (600 мс);
- б) два тестовых изображения – А и В – слева и справа от центра экрана (1500 мс; при расстоянии от центра экрана 57 см угловые размеры каждого изображения – $6.7^\circ \times 9.3^\circ$, расстояние между ними – 2.3°);
- в) шумовой маскировочный паттерн (400 мс; $17.5^\circ \times 9.3^\circ$);
- г) эталонное изображение в центре экрана – Х (1500 мс; $6.7^\circ \times 9.3^\circ$), совпадающее либо с А, либо с В;
- д) слово «Ответ», обозначающее ожидание ответа испытуемого, который давался при помощи нажатия на соответствующую кнопку на клавиатуре: 1 – Х совпадает с А; 2 – Х совпадает с В.

Задача испытуемых заключалась в том, чтобы определить, с каким из тестовых изображений, предъявляемых в паре, совпадает эталонное. В каждой пробе предъявлялась одна из пар изображений, расположенных последовательно в ряду морфинга (изображения 1–2, 2–3, 3–4, 4–5, 5–6 в переходном ряду). В течение одной экспериментальной серии 15 пар изображений из трех переходных рядов предъявлялись испытуемым в случайном порядке, каждая пара – по 20 раз (по пять повторов всех четырех возможных комбинаций: АВА, АВВ, ВАА, ВАВ), что в целом составило 300 проб. Исследование занимало около 25 минут. Перед началом основной серии испытуемые выполняли короткую тренировочную серию (для знакомства с материалом и задачей), в которую входили изображения из других рядов, не предъявляющиеся в основной серии. Дополнительно измерялось время реакции при ответе испытуемых (от начала предъявления тестового изображения Х).

Испытуемые. В исследовании приняли участие 140 студентов первого и второго высшего образования, обучающихся в вузах Москвы и Московской области (возраст 17–47 лет; медиана возраста 20 лет; 23 мужчины, 117 женщин). Они были случайным образом разделены на семь групп по 20 человек, каждая из которых работала с тремя из 21 переходными рядами. Ряды были распределены так, чтобы каждый набор включал два прототипа по одному разу и два прототипа по два раза (например, испытуемые, попавшие в первую группу, работали с рядами радость–удивление, удивление–печаль и печаль–спокойствие). Таким об-



разом формировались так называемые «метаконтинуумы» – составные переходные ряды с двумя прототипами эмоций на концах ряда и двумя промежуточными прототипами в середине ряда (см. рис. 2 на с. 30–31)).

Результаты. Результатами проведения АВХ-задачи являлись: распределение правильных и неправильных ответов испытуемых (1 – правильный ответ, 0 – неправильный); время ответов для каждой предъявленной пары изображений.

Оценка точности ответов. На основании ответов испытуемых оценивалась статистическая значимость различий в точности дифференциации изображений в каждом ряду морфинга. Для оценки различий между всеми парами в ряду и между соседними парами был использован критерий χ^2 Пирсона. В качестве гипотезы H_0 было принято равномерное распределение точностей различения в пределах каждого ряда. Для статистической обработки данных и построения графиков применялся пакет R (R Development Core Team, 2011). Проверялись три основные гипотезы о форме распределений точности различения экспрессий в зависимости от номера пары изображений в ряду морфинга:

1. *Гипотеза о неравномерности распределения.* Поскольку наличие эффекта категориальности предполагает неравномерность распределения точности различения в зависимости от положения пары стимулов в переходном ряду, для каждого из переходных рядов проверялась соответствующая статистическая гипотеза. Равномерные распределения указывали бы на отсутствие каких-либо категориальных эффектов при восприятии соответствующих переходных изображений.

На рис. 2 представлены профили различения для каждого переходного ряда, в табл. 1 – результаты статистической проверки для $N = 20$, $df = 4$.

Распределения для двух рядов (радость–печаль и страх–гнев) статистически не отличались от равномерных (см. рис. 2, п, х; названия этих рядов подчеркнуты в табл. 1): в этих рядах соседние изображения во всех парах различались одинаково успешно, независимо от степени удаленности от базовых фотоизображений-прототипов.

2. *Гипотеза о пике в распределении.* В соответствии с эффектом категориальности точность различения объектов, относящихся к разным категориям, резко увеличивается, а для объектов из одной категории уменьшается, приближаясь к случайному распределению; графически это выглядело бы как пик на границе категорий. За исключением двух распределений, оказавшихся равномерными, все остальные были проверены на наличие пика. В качестве пика рассматривались такие три последовательные точки дискретной функции различения, для которых значение в центральной точке значимо отличалось от двух соседних по критерию χ^2 .

Подобные конфигурации были выявлены для трех рядов (уровни значимости $p \leq 0.05$): удивление–печаль, страх–отвращение, гнев–радость (см. рис. 2, б, д, о; названия этих рядов выделены жирным шрифтом в табл. 1). В двух рядах (удивление–печаль и страх–отвращение) пик расположен в центре ряда, т.е. наилучшее различение происходило в паре № 3, а для ряда гнев–радость пик смещен в сторону прототипа радости.

3. *Гипотеза о плато в распределении.* Третья проверяемая гипотеза была связана с возможным наличием таких распределений, в которых несколько изображений в центре переходного ряда будут восприниматься как не относящиеся ни к одной из двух исходных категорий. Такие изображения, следовательно, будут различаться одинаково хорошо по сравнению с изображениями, более близкими к прототипам. Это предположение может быть выдвинуто на основании результатов решения задачи идентификации в исследовании

Д. Шиано и др. (Schiano et al., 2004), где в большей части переходных рядов как минимум трети изображений присваивались множественные названия, отличающиеся от названий исходных категорий.

В качестве плато рассматривались такие распределения, в которых изображения в двух или более последовательно расположенных парах различались одинаково хорошо (т.е. эффективность различения в них значимо не менялась), при этом лучше, чем во всех остальных парах (уровни значимости $p \leq 0.05$). Подобные конфигурации были обнаружены для следующих рядов: радость–удивление, удивление–страх, отвращение–радость, страх–печаль, печаль–гнев, гнев–удивление, печаль–отвращение, отвращение–спокойствие, спокойствие–страх, отвращение–гнев, гнев–спокойствие, удивление–отвращение и спокойствие–радость (см. рис. 2, а, г, е, ж, з, и, к, л, м, н, р, т, у; названия этих рядов в табл. 1 выделены курсивом).

Оценка времени ответов. При помощи критерия χ^2 Фридмана оценивалась вариабельность времени ответа при выполнении дискриминационной задачи. Задача испытуемого предполагала прохождение эксперимента в удобном темпе, поскольку основным результатом являлась точность, а не время различения изображений. Однако неравномерность распределения времени реакции, если таковая будет найдена, может быть дополнительным подтверждением наличия эффекта категориальности. При оценке времени реакции отбрасывались значения, меньшие 200 мс и большие 3 с.

Полученные результаты представлены в табл. 1. Только для нескольких рядов различия во времени реакции оказались статистически значимы (ряды гнев–удивление, отвращение–спокойствие, отвращение–гнев, гнев–спокойствие и спокойствие–удивление). Данные ряды составляют все возможные переходы между четырьмя экспрессиями: удивление, гнев, спокойствие и отвращение, за исключением ряда удивление–отвращение, время реакции для которого значимо не менялось. Графики зависимости времени реакции от номера пары в переходном ряду приведены на рис. 2.

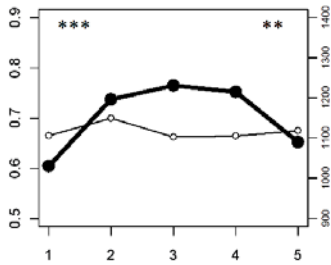
Таблица 1. Различия в точности решения дискриминационной задачи и во времени реакции для всех переходных рядов

Переходный ряд	Точность различения		Время реакции	
	Доля верных ответов	$\chi^2 (4)$	Среднее (мс)	$\chi^2 (4)$
<i>Радость–удивление</i>	0.7025	37.6***	1115.816	0.73
Удивление–печаль	0.7155	28.0***	1075.514	9.02
Печаль–спокойствие	0.6175	13.0*	1108.835	5.57
<i>Удивление–страх</i>	0.6005	26.5***	1120.033	5.88
Страх–отвращение	0.6650	59.8***	1082.760	2.77
<i>Отвращение–радость</i>	0.6930	36.3***	1096.895	6.07
<i>Страх–печаль</i>	0.7070	42.8***	1002.069	4.85
<i>Печаль–гнев</i>	0.7635	58.1***	990.8267	8.13
<i>Гнев–удивление</i>	0.6695	88.0***	1007.024	10.15*
<i>Печаль–отвращение</i>	0.5725	14.3**	1059.321	2.5
<i>Отвращение–спокойствие</i>	0.6265	67.8***	1054.491	11.50*

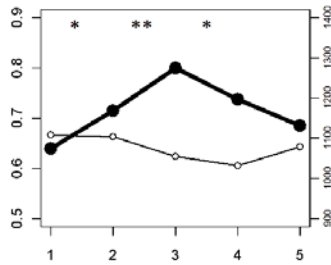


<i>Спокойствие–страх</i>	0.6910	29.1***	1022.440	5.68
<i>Отвращение–гнев</i>	0.7063	37.6***	965.4109	13.78**
Гнев–радость	0.6747	31.5***	989.6161	1.44
<u>Радость–печаль</u>	0.6568	5.9	983.8194	8.53
<i>Гнев–спокойствие</i>	0.8205	14.5**	1027.95	9.71*
Спокойствие–удивление	0.7765	59.4***	1042.533	14.02**
<i>Удивление–отвращение</i>	0.7365	25.2***	1061.148	8.75
<i>Спокойствие–радость</i>	0.7200	49.0***	1182.867	5.34
Радость–страх	0.6740	30.7***	1176.391	6.43
<u>Страх–гнев</u>	0.5980	8.2	1189.185	3.38

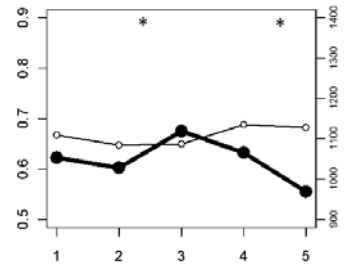
Примеч.: уровни значимости: * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$. Жирным шрифтом выделены ряды, имеющие распределение точности ответов типа «пик»; курсивом – имеющие распределение типа «плато»; подчеркнуты ряды с равномерным распределением (см. пояснения в тексте).



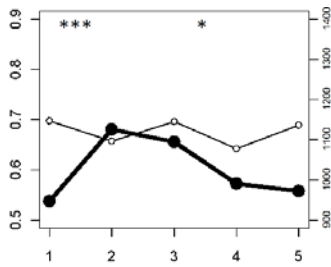
а) радость–удивление



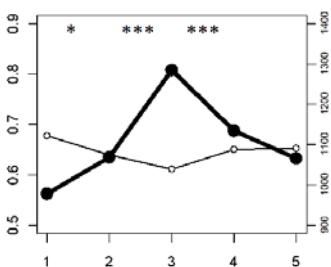
б) удивление–печаль



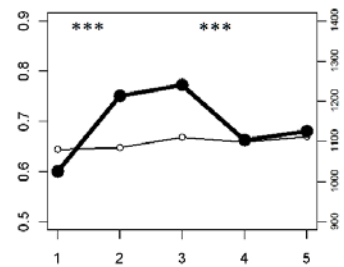
в) печаль–спокойствие



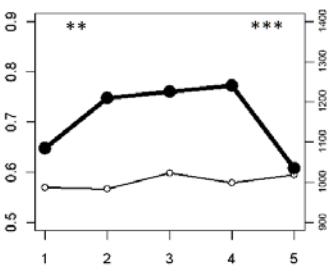
г) удивление–страх



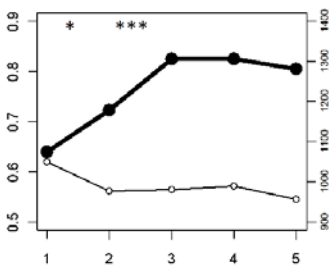
д) страх–отвращение



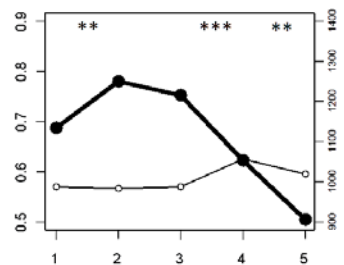
е) отвращение–радость



ж) страх–печаль



з) печаль–гнев



и) гнев–удивление

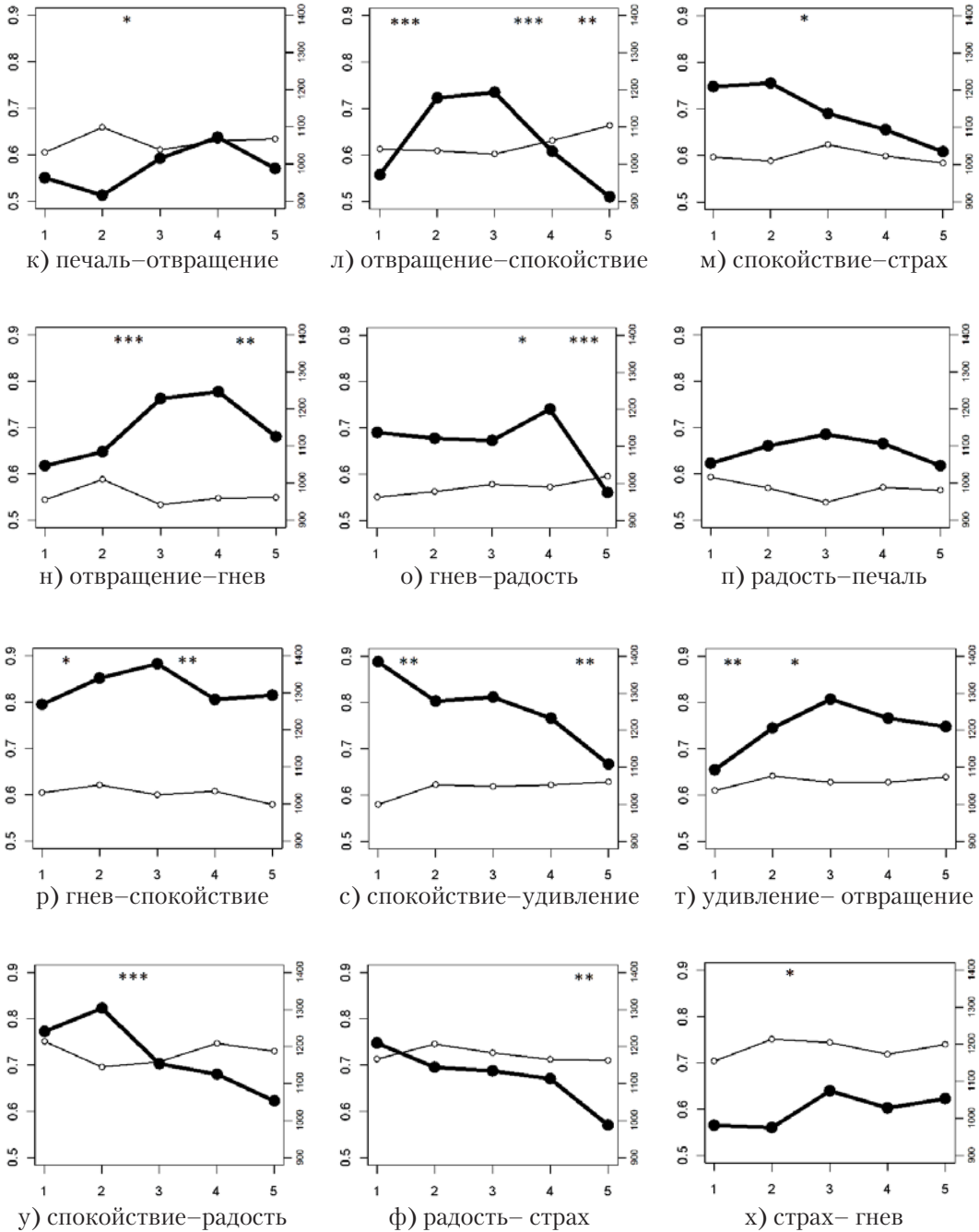


Рис. 2. Значения точности и времени различения в зависимости от положения пары в переходном ряду при решении дискриминационной задачи.

По горизонтали обозначены номера пар; по вертикали: слева – доля верных ответов, справа – среднее время ответа в мс. Точки, соединенные жирными линиями – доли верных ответов; кружки, соединенные тонкими линиями – время ответов. Звездочками отмечены значимые различия в точности различения соседних пар. Уровни значимости: * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$



Чтобы оценить, насколько полученные результаты могут быть воспроизведены на независимой выборке и сохраняются ли формы распределений при изменении набора стимулов (проявляются ли эффекты адаптации к стимульному материалу в течение экспериментальной сессии), на материале отдельных рядов были проведены следующие две экспериментальные серии (2.1 и 2.2).

Устойчивость эффекта категориальности

Эксперимент 2.1. На основании результатов предыдущей экспериментальной серии были отобраны три переходных ряда с разными паттернами различения для оценки влияния относительной частоты стимулов (которая может вызвать эффекты адаптации к стимульному материалу) на выполнение дискриминационной задачи.

Методика. *Стимульный материал.* В задаче различения были использованы следующие переходные ряды: 1) радость–удивление, эффективность различения стимулов в котором имела форму плато; 2) удивление–печаль, где наблюдался центральный пик; 3) радость–печаль, в котором категориальный эффект отсутствовал (см. рис. 2, а, б, п). Эти три ряда вместе составляют кольцевой метаконтинуум (подобная схема эксперимента использовалась в работе Э. Кальдера и др. (Calder et al., 1996), для того чтобы уравнивать частоты предъявления каждого из стимулов).

Испытуемые. В эксперименте приняли участие 20 человек (возраст 18–39 лет; медиана возраста 19 лет; 7 мужчин, 13 женщин), не участвовавших ни в одном из других описанных здесь экспериментов.

Задача испытуемых и способ предъявления стимулов были аналогичны таковым в эксперименте 1.

Результаты. При помощи статистического критерия χ^2 Пирсона были показаны значимые различия между распределениями, полученными в экспериментах 1 и 2.1: радость–удивление: $\chi^2(4) = 16.14$; $p = 0.003$; удивление–печаль: $\chi^2(4) = 34.26$; $p < 0.001$; радость–печаль: $\chi^2(4) = 12.28$; $p = 0.015$ (см. рис. 3, а–в).

Эксперимент 2.2. Чтобы оценить устойчивость полученных в эксперименте 1 паттернов различения переходных изображений, одна из его серий была воспроизведена в точности.

Методика. *Стимульный материал.* Из материала, использованного в эксперименте 1, были выбраны три ряда, входившие в первую серию: радость–удивление, удивление–печаль и печаль–спокойствие (см. рис. 2, а–в).

Испытуемыми были 23 человека (возраст 19–28 лет; средний возраст 21 год; 10 мужчин, 13 женщин), не принимавших участия в экспериментах 1 и 2.1.

Задача испытуемых и способ предъявления стимулов были аналогичны таковым в экспериментах 1 и 2.1.

Результаты. Проводилось сравнение результатов с полученными в эксперименте 1 (при помощи критерия χ^2 Пирсона). Были воспроизведены формы распределений для рядов радость–удивление ($\chi^2(4) = 2.09$; $p = 0.718$) и удивление–печаль ($\chi^2(4) = 8.53$; $p = 0.074$), но не для ряда печаль–спокойствие ($\chi^2(4) = 14.53$; $p = 0.006$) (см. рис. 3, г–е).

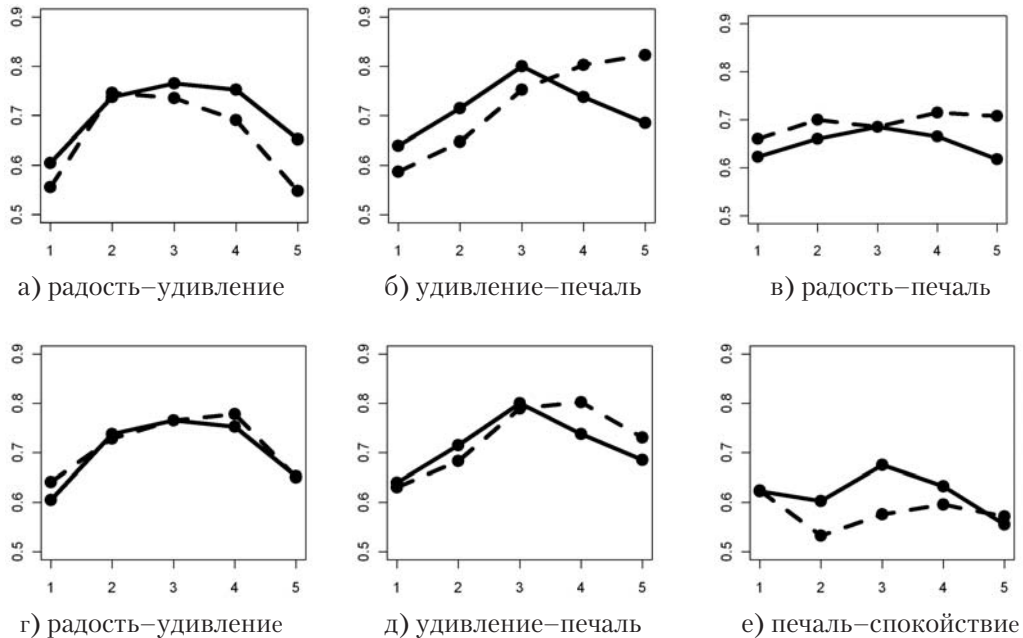


Рис. 3. Сравнение распределений точности различения, полученных в эксперименте 1, с результатами экспериментов 2.1 (а–в) и 2.2 (г–е) для одинаковых рядов.

По горизонтали обозначены номера пар: по вертикали – доля верных ответов. Сплошными линиями показаны результаты эксперимента 1, пунктирными – результаты эксперимента 2.1 или 2.2, соответственно

Обсуждение результатов

Проведенные нами эмпирические исследования были посвящены изучению взаимосвязей базовых эмоций в процессе восприятия экспрессий лица. Рассматривались проявления эффекта категориальности восприятия изображений переходных экспрессий, сконструированных при помощи компьютерного морфинга между всеми возможными парами семи базовых эмоций. Среди этих переходных рядов были выделены три основных типа функций точности различения при выполнении последовательно-параллельной дискриминационной задачи АВХ. Три паттерна охватывают 18 из 21 переходного ряда и представляют собой: 1) равномерное распределение, в котором на эффективность различения изображений не влияют категориальные эффекты; 2) «пик», центральный или смещенный в сторону одного из прототипов, что соответствует эффекту категориальности в классической форме; 3) «плато», где несколько последовательно расположенных пар стимулов в центре ряда различаются лучше, чем пары изображений, близкие к прототипам.

В целом полученные результаты показали, что только небольшая часть переходных рядов воспринимается в соответствии с предположением о категориальном эффекте восприятия – с резким увеличением эффективности различения в парах стимулов, далеких от обоих полюсов. Только для одного переходного ряда (страх–отвращение) получен вид функции различения, полностью удовлетворяющий строгим критериям эффекта категориальности: максимум эффективности различения на границе категорий и одинаково низкий ее уровень для пар экспрессий, принадлежащих одной и той же перцептивной категории.



Другой вид профиля (слабо выраженный максимум) отражает градуальное увеличение эффективности различения от центров категорий к их границе, что согласуется с полученными в работе (см.: Roberson et al., 2007) выводами в пользу модели категориальной подстройки (см.: Huttenlocher et al., 2000).

Для части полученных в эксперименте 1 распределений был характерен сдвиг максимальной эффективности различения в сторону одного из полюсов. Профили со смещением максимума могут отражать неравную перцептивную силу отдельных эмоциональных категорий. Например, в переходном ряду радость–спокойствие максимум оказался смещен в сторону прототипа спокойного лица; даже небольшие выражения эмоции радости воспринимаются как относящиеся к соответствующей категории. Выражения эмоции гнева в большинстве рядов различаются с высокой эффективностью, а категория гнева обладает большей перцептивной силой. Полученные нами результаты согласуются с работой (см.: Жегалло, 2007), в которой было показано, что на раннем этапе перцептогенеза (до 200 мс) большую роль играют ярко выраженные экспрессии, тогда как на более позднем этапе (до 3 с) – спокойное выражение лица.

Следует отметить, что наличие профилей различения, вид которых отличен от канонического, было отмечено и в ранее проводившихся исследованиях. Распределения, имеющие форму плато, были получены как при различении экспрессий одного натурщика, так и при межрасовом восприятии (Levin, Beale, 2000). В другой работе (см.: Young et al., 1997) некоторые профили дифференциации, полученные по результатам выполнения задач АВХ и same–different, отличались от теоретически предсказанных на основании данных идентификации, и часть профилей также имела вид плато, но отдельно эти особенности авторами не обсуждались, а был сделан общий вывод о наличии эффекта категориальности. В работе Д. Шиано (Schiano et al., 2004), напротив, был сделан общий вывод об отсутствии эффекта категориальности (на материале переходных рядов между экспрессиями страха, гнева, радости и печали), но приведенный в данной работе в качестве примера профиль различения в ряду печаль–гнев имеет вид плато, так же как и полученный в нашем исследовании.

Несмотря на то, что в нашем исследовании были обнаружены три переходных ряда, имеющих пик на функции различения, в совокупности результаты не могут быть объяснены строго категориальной моделью восприятия, поскольку различение изображений даже вблизи эмоциональных прототипов не опускалось до случайного уровня. Модель категориальной подстройки лучше описывает полученные результаты, однако остается неясной природа вариативности формы функций различения для переходных рядов между прототипами разной эмоциональной модальности.

Проведенное исследование показало, что «плато» – основной, наиболее часто встречающийся вид паттерна различения такого типа стимулов: в значительной мере искусственных, в которые процедура морфинга привносит дополнительные характеристики, не связанные с эмоциональными экспрессиями, по крайней мере, с теми, которые содержатся в фотографиях-прототипах естественных экспрессий. Нельзя исключать возможность проявления эффекта категориальности в виде нескольких пиков (последовательная смена нескольких воспринимаемых эмоциональных категорий в рамках одного переходного ряда между двумя базовыми экспрессиями), а также сочетания пиков и плато в одном распределении, однако для проверки такого рода гипотез необходимы дальнейшие исследования с увеличением численности выборки и разделением ее на контрастные группы, а также с увеличением дробности переходных рядов.

Таким образом, выводы как в пользу абсолютного наличия эффекта категориальности для всех переходных рядов экспрессий, так и в пользу его отсутствия являются преждевременными. Наши результаты, до определенной степени согласованные с результатами других работ, показали, что можно говорить не о наличии или отсутствии эффекта категориальности, а скорее о большей или меньшей степени выраженности эффекта или разных видах его проявления.

Результаты эксперимента 1 были частично воспроизведены на независимой выборке в эксперименте 2.2: одинаковые паттерны распределения были получены для рядов радость–удивление и удивление–печаль, но только в том случае, когда они предъявлялись в точно таких же экспериментальных условиях и в том же контексте. Однако, как показал эксперимент 2.1, при изменении общего эмоционального содержания предъявляемого материала (а именно при замене в наборе стимулов ряда печаль–спокойствие на ряд радость–печаль) формы распределений существенно менялись и значимо отличались от полученных ранее. Кроме того, как уже отмечалось, эффект адаптации к одному из концов переходного ряда может приводить к тому, что объем соответствующей категории уменьшается, а межкатегориальная граница сдвигается по направлению к этому прототипу (Russell, 1994; Webster et al., 2004).

Выводы

1. Проведен ряд исследований, направленных на изучение воспринимаемых различий в парах изображений, последовательно расположенных в переходных рядах между всеми возможными парами семи базовых эмоций (радость, удивление, страх, печаль, отвращение, гнев и спокойствие).

2. Выделены три основных паттерна распределения зависимости эффективности различения от номера пары в ряду: пик (проявление эффекта категориальности), плато и равномерное распределение (полное отсутствие эффекта).

3. Повтор отдельных серий эксперимента, направленный на оценку устойчивости эффекта категориальности, показал, что она зависит от конкретного эмоционального содержания стимульного материала.

Результаты описанных в данной работе экспериментов – паттерны различения для каждого переходного ряда между экспрессиями – планируется использовать в качестве базового уровня для создания оригинального стимульного материала, представляющего собой фотоизображения реальных переходов между эмоциональными экспрессиями. Кроме того, дальнейшие сведения о том, как происходит рассматривание переходных изображений, могут быть получены при помощи регистрации движений глаз в процессе решения дискриминационной задачи.

Литература

- Барабанщиков В. А. Восприятие выражений лица. М.: Изд. «Институт психологии РАН», 2009.
- Барабанщиков В. А., Жегалло А. В. Детерминанты категориальности восприятия экспрессий лица // Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Психологические науки». 2007. № 3. С. 82–93.
- Барабанщиков В. А., Жегалло А. В., Хрисанфова Л. А. Перцептогенез экспрессий лица // Общение и познание. М.: Изд. «Институт психологии РАН», 2007. С. 44–83.



- Барбанициков В.А., Жегалло А.В., Хозе Е.Г.* Психофизика восприятия экспрессий лица в микроинтервалах времени // Современная психофизика. М.: Изд. «Институт психологии РАН», 2009. С. 189–216.
- Барбанициков В.А., Хозе Е.Г.* Конфигуративные признаки экспрессий спокойного лица // Экспериментальная психология. 2012. Т. 5. № 1. С. 45–68.
- Вундт В.* Простые чувства, аффекты, настроения // Психология восприятий и эмоций / Под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер и М. В. Фаликман. М.: ЧеРо, 2002.
- Дивеев Д.А., Хозе Е.Г.* Современные технологии трансформации изображений в изучении восприятия человека по выражению его лица // Экспериментальная психология. 2009. Т. 2. № 4. С. 101–110.
- Жегалло А.В.* Идентификация эмоциональных состояний лица в микроинтервалах времени: Дисс. ... канд. психол. наук. М., 2007.
- Жегалло А.В.* Эффект асимметрии экспозиций в последовательной дискриминационной задаче // Третья международная конференция по когнитивной науке. Тезисы докладов. Москва, 20–25 июня 2008 г. М.: Художественно-издательский центр, 2008. Т. 1. С. 266–267.
- Жегалло А.В.* Темпераментальные предикторы категориальности восприятия экспрессий лица // Экспериментальная психология. 2009. Т. 2. № 3. С. 67–77.
- Измайлов Ч.А., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н.* Сферическая модель различения эмоциональных выражений схематического лица человека // Журнал высшей нервной деятельности. 1999. Т. 49. № 2. С. 186–199.
- Bimler D., Kirkland J.* Categorical perception of facial expressions of emotion: Evidence from multidimensional scaling // Cognition & Emotion. 2001. V. 15. № 5. P. 633–658.
- Bimler D. L., Paramei G. V.* Facial-expression affective attributes and their configural correlates: components and categories // Spanish Journal of Psychology. 2006. V. 9. № 1. P. 19–31.
- Calder A., Young A., Perrett D., Etcoff N., Rowland D.* Categorical perception of morphed facial expressions // Visual Cognition. 1996. V. 3. P. 81–117.
- Cheal J. L., Rutherford M. D.* Categorical perception of emotional facial expressions in preschoolers // Journal of Experimental Child Psychology. 2011. V. 110. № 3. P. 434–443.
- Darwin C.* The expression of the emotions in man and animals. London: John Murray, 1872.
- Ekman P.* Basic emotions // Handbook of Cognition and Emotion / Eds. T. Dalgleish, M. Power. Sussex, U.K.: John Wiley & Sons Ltd., 1999 a. P. 45–60.
- Ekman P.* Facial expressions // Handbook of Cognition and Emotion / Eds. T. Dalgleish, M. Power. Sussex, U.K.: John Wiley & Sons Ltd, 1999 b. P. 301–320.
- Ekman P.* Pictures of facial affect. Oakland, CA: Paul Ekman, 1993 (www.paulekman.com).
- Etcoff N. L., Magee J. J.* Categorical perception of facial expressions // Cognition. 1992. V. 44. P. 281–295.
- Fiorentini C., Viviani P.* Perceiving facial expressions // Visual Cognition. 2009. V. 17. P. 373–411.
- de Gelder B., Teunisse J.P., Benson P.J.* Categorical perception of facial expressions: categories and their internal structure // Cognition and Emotion. 1997. V. 11. № 1. P. 1–23.
- Goldstone R.L.* Influences of categorization on perceptual discrimination // Journal of Experimental Psychology: General. 1994. V. 123. P. 178–200.
- Harnad S.* Psychophysical and cognitive aspects of categorical perception: a critical overview // Categorical perception: the groundwork of cognition / Ed. S. Harnad. NY: Cambridge University Press, 1990. P. 1–28.
- Hartendorp M.O., van der Stigchel S., Burnett H. G., Jellema T., Eilers P. H. C., Postma A.* Categorical perception of morphed objects using a free-naming experiment // Visual Cognition. 2010. V. 18. № 9. P. 1320–1347.
- Herba C.M., Heining M., Young A. W., Browning M., Benson P.J., Phillips M.L., Gray J.A.* Conscious and nonconscious discrimination of facial expressions // Visual Cognition. 2007. V. 15. № 1. P. 36–47.

- Huttenlocher J., Hedges L.V., Vevea J.L.* Why do categories affect stimulus judgment? // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2000. V. 129. P. 220–241.
- Jack R.E., Garrod O.G.B., Yu H., Caldara R., Schyns P.G.* Facial expressions of emotion are not culturally universal // *PNAS*. 2012. V. 109. № 19. P. 7241–7244.
- Kotsoni E., de Haan M., Johnson M.H.* Categorical perception of facial expressions by 7-month-old infants // *Perception*. 2001. V. 30. P. 1115–1125.
- Levin D.T., Beale J.M.* Categorical perception occurs in newly learned faces, other-race faces, and inverted faces // *Perception & Psychophysics*. 2000. V. 62. № 2. P. 386–401.
- McCullough S., Emmorey K.* Categorical perception of affective and linguistic facial expressions // *Cognition*. 2009. V. 110. № 2. P. 208–221.
- Osgood C.E.* Dimensionality of the semantic space for communication via facial expressions // *Scandinavian Journal of Psychology*. 1966. V. 7. № 1. P. 1–30.
- Pastore R.E.* Categorical perception: some psychophysical models // *Categorical perception: the groundwork of cognition* / Ed. S. Harnad. NY: Cambridge University Press, 1990. P. 29–52.
- R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing // R Foundation for Statistical Computing. Vienna, 2011 (www.R-project.org).
- Reisenzein R.* Worum geht es in der Debatte um die Basisemotionen? // *Kognitive und motivationale Aspekte der Motivation* / Eds. F. Försterling, J. Stiensmeier-Pelster, L.-M. Silny. Göttingen: Hogrefe, 2000. P. 205–237.
- Roberson D., Damjanovic L., Pilling M.* Categorical perception of facial expressions: Evidence for a «Category Adjustment» model // *Memory & Cognition*. 2007. V. 35. P. 1814–1829.
- Roberson D., Davidoff J.* The categorical perception of colours and facial expressions: The effect of verbal interference // *Memory & Cognition*. 2000. V. 28. P. 977–986.
- Russell J.A.* A circumplex model of affect // *Journal of Personality and Social Psychology*. 1980. V. 39. P. 1161–1178.
- Russell J.A.* Is there universal recognition of emotion from facial expressions? A review of the cross-cultural studies // *Psychological Bulletin*. 1994. V. 115. № 1. P. 102–141.
- Schiano D.J., Ehrlich S.M., Sheridan K.* Categorical imperative not: facial affect is perceived continuously // *CHI 2004*. NY: ACM, 2004. P. 49–56.
- Suzuki A., Shibui S., Shigemasa K.* Temporal characteristics of categorical perception of emotional facial expressions // *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 2005. P. 1303–1308.
- Suzuki A., Hoshino T., Shigemasa K.* Happiness is unique: A latent structure of emotion recognition traits revealed by statistical model comparison // *Personality and Individual Differences*. 2010. V. 48. № 2. P. 196–201.
- Teunisse J.P., de Gelder B.* Impaired categorical perception of facial expressions in high-functioning adolescents with autism // *Child Neuropsychology*. 2001. V. 7. № 1. P. 1–14.
- Webster M.A., Kaping D., Mizokami Y., Duhamel P.* Adaptation to natural facial categories // *Nature*. 2004. V. 428 (6982). P. 557–561.
- Woodworth R. S., Schlosberg H.* *Experimental Psychology*. NY: Holt, 1954.
- Young A., Rowland D., Calder A., Etcoff N., Seth A., Perrett D.* Facial expression megamix // *Cognition*. 1997. V. 63. P. 271–313.



THE EFFECT OF CATEGORICAL PERCEPTION OF FACIAL EXPRESSIONS: THE DIVERSITY OF MANIFESTATIONS

KURAKOVA O. A., Center of Experimental Psychology of MСUPE; Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow
ZHEGALLO A. V., Institute of Psychology, RAS, Center of Experimental Psychology of MСUPE, Moscow

The article considers the diversity of categorical perception effects on human emotional facial expressions. We define the methodological requirements to research the structure of perceptual space of emotional expressions. In the experimental series with the use of computer morphed transitions between all possible pairs of 7 basic emotions, three main patterns of transitional expressions were revealed: peak pattern (classic categorical effect), plateau and flat distribution (absence of categorical effect). The results of the study also show that the stability of the effect depends on the specific emotional content of the stimuli used.

Keywords: emotional expressions, categorical effect, ABX discrimination task, face perception, computer morphing.

Transliteration of the Russian references

- Barabanshikov V.A.* Vospriyatije vyrazhenij lica. M.: Izd. «Institut psihologii RAN», 2009.
- Barabanshikov V.A., Zhegallo A.V.* Determinanty kategorial'nosti vospriyatija jekspressij lica // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Serija «Psihologicheskie nauki». 2007. № 3. S. 82–93.
- Barabanshikov V.A., Zhegallo A.V., Hrisanfova L.A.* Perceptogenez jekspressij lica // Obshenie i poznanie. M.: Izd. «Institut psihologii RAN», 2007. S. 44–83.
- Barabanshikov V.A., Zhegallo A.V., Hoze E.G.* Psihofizika vospriyatija jekspressij lica v mikrointervalah vremeni // Sovremennaja psihofizika. M.: Izd. «Institut psihologii RAN», 2009. S. 189–216.
- Barabanshikov V.A., Hoze E.G.* Konfigurativnye priznaki jekspressij spokojnogo lica // Jeksperimental'naja psihologija. 2012. T. 5. № 1. S. 45–68.
- Vundt V.* Prostye chuvstva, affekty, nastroyeniya // Psihologija vospriyatij i jemocij / Pod red. Ju. B. Gippenrejtser i M. V. Falikman. M.: CheRo, 2002.
- Diveev D.A., Hoze E.G.* Sovremennye tehnologii transformacii izobrazhenij v izuchenii vospriyatija cheloveka po vyrazheniju ego lica // Jeksperimental'naja psihologija. 2009. T. 2. № 4. S. 101–110.
- Zhegallo A.V.* Identifikacija jemocional'nyh sostojanij lica v mikrointervalah vremeni: Diss. ... kand. psihol. nauk. M., 2007.
- Zhegallo A.V.* Jeffect asimmetrii jekspozicij v posledovatel'noj diskriminacionnoj zadache // Tret'ja mezhdunarodnaja konferencija po kognitivnoj nauke. Tezisy dokladov. Moskva, 20–25 ijunja 2008 g. M.: Hudozhestvenno-izdatel'skij centr, 2008. T. 1. S. 266–267.
- Zhegallo A.V.* Temperamental'nye prediktory kategorial'nosti vospriyatija jekspressij lica // Jeksperimental'naja psihologija. 2009. T. 2. № 3. S. 67–77.
- Izmajlov Ch.A., Korshunova S.G., Sokolov E.N.* Sfericheskaja model' razlichenija jemocional'nyh vyrazhenij shematičeskogo lica cheloveka // Zhurnal vysshej nervnoj dejatel'nosti. 1999. T. 49. № 2. S. 186–199.