



# ПРЯМОЕ СРАВНЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ: ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ «ДИСКРЕТНОЙ» И «МНОГОМЕРНОЙ» МОДЕЛЕЙ ВОСПРИЯТИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ЭКСПРЕССИЙ

**ЖЕГАЛЛО А.В.**

*Институт психологии Российской академии наук (ФГБУН ИП РАН),*

*г. Москва, Российская Федерация*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5307-0083>, e-mail: [zhegs@mail.ru](mailto:zhegs@mail.ru)*

Исследования восприятия эмоциональных экспрессий предполагают, как правило, изучение эффективности различения похожих изображений либо выраженности конкретных эмоциональных переживаний. Ни та ни другая парадигмы не позволяют в полной мере эксплицировать субъективные представления наблюдателя о соотношениях между различными выражениями лица, реконструировать целостное субъективное пространство воспринимаемых эмоциональных экспрессий. В проведенном эксперименте выполнена прямая оценка сходства изображений сильно- и слабо выраженных «базовых» эмоциональных экспрессий. Помимо собственно оценки сходства участники исследования в свободной форме представляли обоснование своего решения. Обнаружено, что при выполнении прямого сравнения изображений эмоциональных экспрессий, предъявляемых на неограниченное время, наблюдатели в основном ориентируются на оценку эмоционального состояния в терминах «базовых» эмоций, либо эквивалентных им. Как правило, сильно выраженные эмоциональные экспрессии оцениваются как «совсем непохожие» друг на друга. Однако в случае сходной семантики выражаемых эмоций экспрессии оцениваются как более похожие, несмотря на то, что наблюдатель достаточно хорошо различает их между собой. Реконструкция многомерного пространства по данным попарного сравнения указывает, что с точки зрения семантических характеристик «базовые» эмоциональные экспрессии не являются независимыми друг от друга конструктами. Взаимоотношения между ними соответствуют семантическому пространству, описываемому моделью Core Affect. Таким образом, эксплицитно участники эксперимента при объяснении степени сходства описывают сравниваемые изображения в терминах «дискретных» эмоций; в то же время имплицитная структура сходства соответствует двумерному семантическому пространству с измерениями «приятный—неприятный» и «активация—деактивация».

**Ключевые слова:** сравнение, эмоциональные экспрессии, восприятие лица, базовые эмоции, Core Affect.

---

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансировании Министерства науки и высшего образования РФ, тема № 0138-2021-0006 (Личностные и коммуникативные детерминанты познавательных процессов).

**Для цитаты:** Жегалло А.В. Прямое сравнение изображений: границы применимости «дискретной» и «многомерной» моделей восприятия эмоциональных экспрессий // Экспериментальная психология. 2021. Том 14. № 2. С. 37—52. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2021140203>



# DIRECT IMAGE COMPARISON: THE BOUNDARIES OF APPLICABILITY OF THE “DISCRETE” AND “MULTIDIMENSIONAL” MODELS OF PERCEPTION OF EMOTIONAL EXPRESSIONS

ALEXANDER V. ZHEGALLO

*Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5307-0083>, e-mail: [zhegs@mail.ru](mailto:zhegs@mail.ru)

Studying perception of emotional expressions suggest, supposed to analyze effectiveness of discrimination between images or the severity of specific emotional experiences. Neither paradigm allows us to fully explicate the observer’s subjective ideas about the relationships between different facial expressions, and to reconstruct the whole subjective space of perceived emotional expressions. In the experiment, a direct assessment was made of the similarity of images of strongly and weakly expressed “basic” emotional expressions. In addition to actually evaluating the similarities, the study participants in free form gave the rationale for their decision. It was found that when performing direct comparison of images of emotional expressions presented for an unlimited time, observers mainly focus on assessing the emotional state in terms of “basic” emotions or equivalent to them. As a rule, strongly expressed emotional expressions are evaluated as “completely dissimilar” to each other. However, in the case of similar semantics of the expressed emotions, the expressions are evaluated as more similar, despite the fact that the observer distinguishes them well enough. Reconstruction of multidimensional space according to pairwise comparison indicates that the “basic” emotional expressions are not independent from each other constructs. The relationships between them correspond to the semantic space described by the Core Affect model. Thus, explicitly the participants in the experiment in explaining the degree of similarity describe the compared images in terms of “discrete” emotions; at the same time, the implicit structure of similarity corresponds to a two-dimensional semantic space with dimensions “pleasant – unpleasant” and “activation – deactivation”.

**Keywords:** comparison, emotional expressions, face perception, basic emotions, Core Affect.

**Funding.** The reported study was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, topic No. 0138-2021-0006 (Personality and communication determinants of cognitive processes).

**For citation:** Zhegallo A.V. Direct Image Comparison: the Boundaries of Applicability of the “Discrete” and “Multidimensional” Models of Perception of Emotional Expressions. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2021. Vol. 14, no. 2, pp. 37–52. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2021140203> (In Russ.).

## Введение

В исследованиях восприятия эмоциональных экспрессий лица можно выделить две основные теоретические концепции. Первая — нейрокультурная теория эмоций П. Экмана, исторически опирающаяся на исследования Ч. Дарвина. П. Экман указывает, что одной из ключевых характеристик «базовых» эмоций является наличие направленного вовне специфического универсального сигнала. В целях выживания особи представляется эволюционно полезным как наличие однозначной информации о состоянии в настоящий момент времени других особей того же вида, так и накопление определенного опыта с учетом ближайшего прошлого и возможностью его переноса на ближайшее будущее. В качестве примера



указывается, что экспрессия отвращения является ответом на что-то неприятное на вкус или запах (в прямом или метафорическом смысле) и что человек скорее всего отвернется от источника стимуляции [8]. Операциональным практическим выводом из данной теории является однозначный «дискретный» характер распознавания эмоциональных экспрессий, независимый от гендерных, социокультурных и других различий. Однозначное соотнесение эмоциональной мимики и конкретных эмоциональных состояний дает возможность проведения учебных программ, направленных на обучение «правильному» восприятию выражений лица [9] и созданию технических средств анализа мимики.

Вторая концепция — «многомерная» модель восходит к представлениям В. Вундта, согласно которым эмоции и, соответственно, их внешние проявления представляют собой динамику элементарных чувств. В первоначальном варианте выделялось три измерения: удовольствие—неудовольствие, возбуждение—успокоение, напряжение—разрешение. В аналогичном современном варианте — модели Core Affect Дж. Рассела используются два измерения: приятный—неприятный и активация—деактивация. В таком случае базовым эмоциям, по Экману, будут соответствовать области многомерного пространства. Основываясь на положениях данной теории, следует ожидать, что непосредственно восприниматься будут именно «измерения». Данная модель привлекательна своей универсальностью — в терминах элементарных чувств можно охарактеризовать широкий класс состояний. Но для практической оценки эмоционального состояния человека она неудобна.

Экспериментальная парадигма, направленная на подтверждение «дискретной» теории, предполагает сопоставление результатов решения дискриминационной АВХ-задачи и задачи идентификации на материале переходных рядов между стимулами, соответствующими противоположным категориям. АВХ-задача в исследованиях данного типа предполагает одновременное или последовательное предъявление двух похожих стимулов А и В, после чего предъявляется стимул Х, в точности соответствующий одному из них. От испытуемого требуется ответить, с каким из стимулов совпадает Х: с А или В? Данная методика первоначально использовалась в экспериментах, связанных с изучением специфики восприятия фонем [12]. Постулируется, что категории, связанные с выполнением задачи идентификации, объективны (определяются набором признаков); независимы от наблюдателя; все члены категории равноправны между собой. Дискриминация стимулов обусловлена исключительно их различной категориальной принадлежностью. Внутрикатегориальные различия не могут быть основанием для различения стимулов. В дальнейшем данная модель получила широкое распространение при исследованиях категориальности восприятия в акустической модальности [11].

Объективный характер категорий допускает искусственное конструирование стимулов, степень различия которых определяется объективными показателями, контролируемые экспериментатором. Также становится теоретически обоснованным объединение результатов, получаемых на малой (порядка 20 участников) выборке и решение задачи идентификации в парадигме вынужденного выбора. В случае если исходные предположения подтверждаются, результат решения задачи идентификации будет иметь вид S-образной кривой; на противоположных концах ряда изображения будут распознаваться как однозначно соответствующие оппозиционным категориям. Хорошо выраженный максимум точности решения дискриминационной задачи будет соответствовать границе категорий, определяемой по результатам выполнения задачи идентификации.



С развитием технологий манипуляции изображениями данная методика исследований была адаптирована для случая восприятия эмоциональных экспрессий [10]. В последующие 20 лет она получила широкое распространение [обзор исследований и наши результаты (см.: 2)]. Основные закономерности восприятия эмоциональных экспрессий лица, полученные в результате исследований в данной парадигме, можно сформулировать следующим образом.

- Изображения «базовых» эмоциональных экспрессий при идентификации методом вынужденного выбора (как альтернативного, так и множественного) распознаются практически однозначно.

- Изображения переходных эмоциональных экспрессий распознаются как комбинация «базовых» эмоциональных экспрессий, при этом распределение результатов не обязательно имеет вид «ступени», как предсказывается исходной гипотезой.

- Выраженный максимум показателей точности решения, соответствующий границе категорий при решении задачи идентификации, представляет собой лишь частный случай. В то же время распределение показателей точности решения в большинстве случаев отличается от равномерного.

- В экспериментах, направленных на сопоставление результатов решения задачи различения в индивидуальном и парном экспериментах, распределение показателей точности решения качественно имело один и тот же вид, причем в парном случае решение задачи в основном действительно опиралось на указание категориальной принадлежности различаемых изображений. Кроме того, была обнаружена индивидуальная вариативность выделяемых при распознавании характеристик изображений, связанная с описанием переходных эмоциональных экспрессий.

- Эффективность различения эмоциональных экспрессий объясняется их различной категориальной принадлежностью лишь частично (до 40% объясняемой дисперсии). Таким образом, исходные положения гипотезы — объективный характер категорий и различение изображений с опорой на их категориальную принадлежность — не находят полного подтверждения в рамках используемой экспериментальной методики. Перед нами встает задача поиска альтернативных вариантов экспериментальной процедуры.

Альтернативный теоретический подход предполагает реконструкцию перцептивного пространства эмоциональных экспрессий лица и интерпретацию его измерений [14]. Эксперименты, направленные на проверку данной гипотезы, как правило, заключаются в прямой оценке оцениваемого изображения, события, эмоционального состояния по шкалам, соответствующим «измерениям» гипотетического пространства [15]. Анализ результатов исследования сводится к подтверждению либо опровержению априорной гипотезы, но принципиально не позволяет полностью установить фактическую структуру соотношений между оцениваемыми стимулами (в нашем случае — между различными эмоциональными экспрессиями).

Предлагаемое решение вопроса о фактическом соотношении между различными эмоциональными экспрессиями состоит в выполнении прямого сравнения между изображениями различных эмоциональных экспрессий. Достоинство данного подхода состоит в том, что прямая оценка степени сходства может быть использована на более широком диапазоне стимулов, чем дискриминационная АВХ-задача. При решении задачи прямого сравнения мы получим полную матрицу сходства, позволяющую реконструировать фактические отношения между различными эмоциональными экспрессиями, не привязанные



к нашим априорным представлениям о «категориальном» либо «многомерном» характере их восприятия. В рамках предлагаемой методики возможно установить, на какие признаки реально ориентируются наблюдатели, оценивая сходство/различие изображений. Принципиальным ограничением задачи прямого сравнения является относительно высокая трудоемкость для участников исследования, возрастающая пропорционально квадрату числа сравниваемых стимулов.

### Экспериментальная процедура

В качестве стимульного материала в исследовании использовались фотоизображения «базовых» эмоциональных экспрессий (радость, печаль, страх, удивление, гнев, отвращение, спокойное лицо) из базы ВЕПЭЛ; использовались изображения с максимальной (100%) степенью выраженности и с 40% степенью выраженности, отобранные из соответствующих переходных рядов [5; 2] (рис. 1). Размеры изображений 227x315 точек. Изображения экспонировались на ЖК экране Viewsonic VG903, размер экрана – 1280x1024, разрешение – 33 точки/см. Пара изображений располагалась по центру экрана по вертикали, по горизонтали расстояние от изображений до края экрана – 206 точек, расстояние между изображениями – 413 точек. На периферии экрана располагались семь уменьшенных (136x189 точек) изображений сильно выраженных эмоциональных экспрессий, задававших постоянный контекст сравнения (рис. 2). Изображения демонстрировались на нейтральном сером фоне: RGB (102, 102, 102). Угловые размеры сравниваемых изображений на расстоянии 60 см от экрана составляли  $9,1^\circ \times 6,6^\circ$ .



Рис. 1. Стимульный материал. Первая строка: страх (сильно и слабо выраженный), гнев (сильно и слабо выраженный). Вторая строка: отвращение (сильно и слабо выраженное), спокойное лицо, радость (сильно и слабо выраженная). Третья строка: печаль (сильно и слабо выраженная), удивление (сильно и слабо выраженное)



Инструкция участникам исследования формулировалась следующим образом: «Вам будут показаны два лица одного и того же человека, выражающего разные эмоции. Оцените сходство изображений по 5-балльной шкале. Подробно объясните, почему Вы дали ту или иную оценку». Шкала включала следующие варианты ответа: 1 — «совсем непохожие», 2 — «незначительно похожие», 3 — «умеренно похожие», 4 — «сильно похожие», 5 — «максимально похожие». При этом результат сравнения должен был быть объяснен в произвольной форме. Явное указание со стороны экспериментатора на способ сравнения (характеристика эмоционального состояния; проявление мимических признаков; те или иные измерения) отсутствовало. Эксперимент проводился индивидуально. Предъявление стимульного материала, фиксация оценок и аудиозапись ответов выполнялись с помощью ПО PxlLab. Изображения, содержащие пару сравниваемых эмоциональных экспрессий и контекст сравнения, предварительно были подготовлены с помощью ПО ImageMagic. Объем эксперимента при сравнении между собой 13 эмоциональных экспрессий при исключении сравнения с самими собою и без учета расположения составляет  $(13*12)/2 = 78$  экспериментальных ситуаций (ЭС) на испытуемого. По техническим причинам в эксперимент не вошли сравнения для пар «слабо выраженный страх — сильно выраженное удивление» и «слабо выраженный страх — спокойное лицо». Таким образом, фактический объем эксперимента составил 76 ЭС на испытуемого.

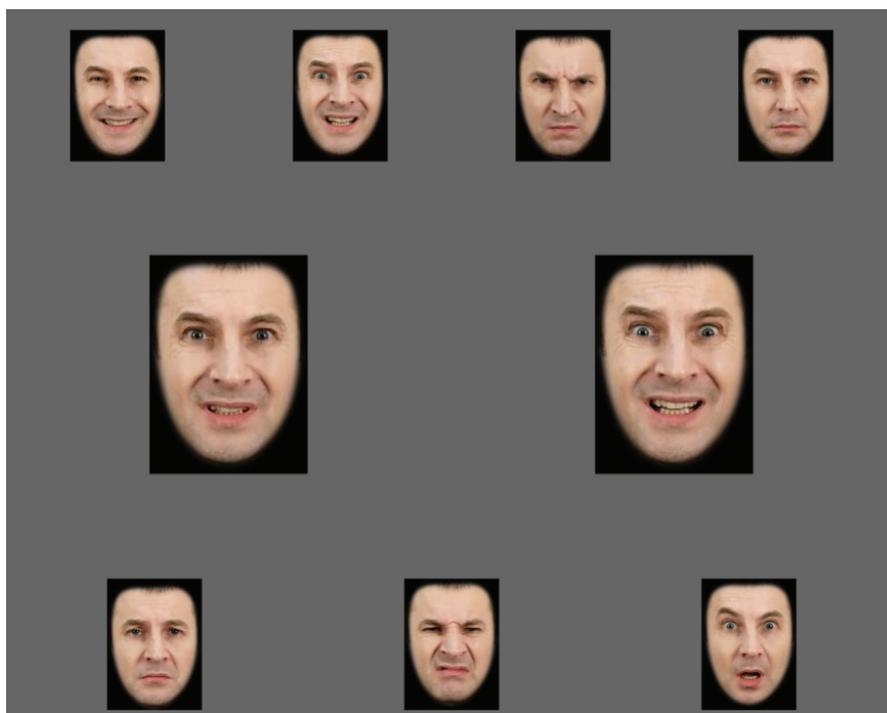


Рис. 2. Пример экспозиции пары сравниваемых изображений

В исследовании участвовали студенты Московского института психоанализа (первое высшее), 30 человек (11 мужчин, 19 женщин). Возраст — от 17 до 34 лет,  $m=20,4$ ,  $sd=4,4$ . Изображения эмоциональных экспрессий оставались на экране все время, пока испытуемые



оценивали степень сходства изображений. Время экспозиции изображений и соответственно продолжительность предлагаемого испытуемыми описания не ограничивались, испытуемые могли предоставить настолько полное обоснование различий между изображениями, насколько считали нужным. Медианная продолжительность описания одного изображения составила 15 сек., IQR = 11–17 сек. Максимальное время описания одного изображения составила 12 мин. 35 сек. Продолжительные (более 50 секунд) описания были связаны с подробным описанием гипотетических ситуаций, связанных с проявлением соответствующих эмоциональных экспрессий либо личного опыта испытуемых и составили 4% всех экспериментальных ситуаций. Суммарное время выполнения задания испытуемым составило от 16 мин. до 125 мин., медиана — 24 мин., межквартильный размах — от 20 мин. до 30 мин. Для сравнения время выполнения задания автором работы с минимальным содержательным описанием различий между сравниваемыми изображениями составило 12 мин.

Гипотеза о категориальном характере восприятия эмоциональных экспрессий [10] предсказывает, что различные «базовые» эмоциональные экспрессии должны были бы оцениваться как максимально непохожие друг на друга, т. е. для всех пар сильно выраженных эмоциональных экспрессий наблюдатели должны были выставить оценку «максимально непохожи». Слабо выраженные эмоциональные экспрессии должны оцениваться как похожие на соответствующие сильно выраженные и непохожие друг на друга. Гипотеза Core Affect Рассела предсказывает, что по результатам взаимного сравнения изображений эмоциональных экспрессий между собой можно реконструировать двумерное перцептивное пространство, оси которого соответствуют измерениям Pleasure — Displeasure и Activation — Deactivation. В случае категориального восприятия эмоциональных экспрессий размерность реконструируемого пространства сходства должна была бы составлять 6 (число независимых категорий) и снижение размерности без значительного ухудшения объяснительной способности модели было бы невозможно.

### **Результаты: используемые стратегии сравнения**

Наиболее часто используемой стратегией сравнения была отсылка к переживаемому эмоциональному состоянию натурщика, причем описание имело компактный вид, например: *«здесь оценка 1; левый испытывает страх, правый испытывает презрение»*. Данную стратегию использовали 25 участников. Развернутые либо обобщенные описания эмоциональных состояний использовали 6 участников. Систематическая эксплицитная отсылка к «измерениям» как основе сравнения даже у участников, использовавших обобщенные описания, отсутствовала. Положительная и отрицательная модальности эмоций использовались в качестве генерализованного обобщения в случае, когда испытуемые испытывали затруднения с распознаванием конкретной эмоции. Отсылка к парциальным мимическим признакам использовалась 6 участниками. Пример: *«оценка 4, схожа нижняя часть лица, сомкнуты губы, различаются глаза»*. Некоторыми испытуемыми одновременно использовались различные стратегии сравнения. Пример: *«оценка 3, слева сердится справа удивлен, похожи брови, носогубные складки, губы, похоже, искривлены, но не сильно»*.

Высокую сложность и трудность решения задачи отметили 3 участника. Монотонность и утомительность предложенного задания отметили 4 участника. В целом, предложенную экспериментальную парадигму можно считать приемлемым компромиссом между требуемым объемом эксперимента и утомляемостью участников. В то же время дальнейшее наращивание объема работы с отдельным участником не целесообразно.



Косвенное давление на испытуемых, приводящее к выбору определенной стратегии сравнения, можно считать минимальным. При планировании дальнейших исследований в данной парадигме было бы целесообразно вообще попытаться исключить употребление слова «эмоции», но в таком случае возникает вопрос о том, как в общем виде охарактеризовать демонстрируемый стимульный материал.

### **Результаты: сравнение эмоциональных экспрессий**

Анализ результатов сравнения сильно выраженных эмоциональных экспрессий позволяет выделить три типа пар изображений на основании упорядочивания по числу оценок «1».

1. Воспринимаемые как совершенно непохожие. Число оценок «1» (совершенно непохожи) — 25—29. Среднее значение оценки — в диапазоне от 1,03 до 1,23. Пары: «страх—нейтральное лицо», «гнев—радость», «отвращение—радость», «отвращение—удивление», «отвращение—нейтральное лицо», «радость—печаль», «удивление—нейтральное лицо».

2. Воспринимаемые как незначительно похожие. Число оценок «1» — 18—24. Среднее значение оценки — в диапазоне от 1,30 до 1,60. Пары: «страх—гнев», «страх—отвращение», «страх—радость», «страх—печаль», «гнев—печаль», «гнев—удивление», «гнев—нейтральное лицо», «отвращение—печаль», «радость—удивление», «радость—нейтральное лицо», «печаль—удивление».

3. Воспринимаемые как умеренно похожие. Число оценок «1» — 4—6. Среднее значение оценки — в диапазоне от 2,87 до 2,97. Пары «страх—удивление», «гнев—отвращение», «печаль—нейтральное лицо».

Качественный анализ структуры описаний указывает на наличие тенденции к частичному переносу характеристик одного из сравниваемых изображений на другое. Детальный анализ данного эффекта потребовал бы значительного расширения объема выборки.

Сравнение соответствующих сильно и слабо выраженных эмоциональных экспрессий показывает, что соответствующие выражения лица преимущественно воспринимаются как «сильно похожие» (4) либо «очень похожие» (5). В случае оценки экспрессий страха частоты ответов составляют [0, 2, 6, 15, 7],  $m=3,90$ . Изображения в основном описываются как страх либо испуг разной степени выраженности. Оценка 2 («незначительно похожи») соответствует описаниям обоих выражений лица как удивления. «Обе картинки показывают удивление, но слева он неприятно немного удивлен, чуть меньше, чем справа», т. е. высокая степень различия связана с восприятием дополнительной модальности.

В случае оценки экспрессий гнева частоты ответов составляют [0, 2, 9, 10, 9],  $m=3,87$ . Изображения в основном описываются как гнев, злость, негодование, раздражение разной степени выраженности. Оценка 2 в одном случае связана с восприятием разных модальностей эмоций (слабо выраженный гнев воспринимается как презрение), в другом случае — с описанием различий на уровне парциальных признаков.

В случае экспрессий отвращения частоты ответов составляют [1, 7, 8, 9, 5],  $m=3,33$ . Изображения в основном описываются как отвращение, презрение, брезгливость, злость, неприязнь. Оценки 1 и частично 2 связаны с восприятием слабо выраженного отвращения как других модальностей (негативное превосходство, грусть, безразличие).

В случае оценки экспрессий радости частоты ответов составляют [0, 4, 7, 13, 6],  $m=3,70$ . Изображения в основном описываются как улыбка, радость, смех, удовольствие, счастье. Слабо выраженная радость может описываться как надменная улыбка, презрение, ухмылка, злорадство.



В случае оценки экспрессий печали частоты ответов составляют [2, 2, 9, 10, 7],  $m=3,60$ . Изображения в основном описываются как грусть, печаль. Слабо выраженная печаль может описываться как спокойное лицо, отсутствие эмоций.

В случае оценки экспрессий удивления частоты ответов составляют [5, 7, 5, 10, 3],  $m=2,97$ . Изображения в основном описываются как удивление, возможно с примесью дополнительных эмоций (ужас, отвращение). Оценки 1 частично связаны с описанием слабо выраженного удивления как спокойствия. При этом сильное удивление описывается как страх, испуг. Оценки 2 в основном связаны с описанием изображений как удивления разной степени выраженности. Меньшая по сравнению с другими парами степень сходства связана со значительными перцептивными различиями между изображениями (закрытый рот в случае слабовыраженного удивления). Сопоставительный анализ полученных результатов позволяет утверждать, что при сравнении сильно и слабо выраженных эмоциональных экспрессий одной и той же модальности происходит достаточно точное распознавание данных эмоций как выражающих одно и то же состояние разной степени выраженности, а количественная оценка степени сходства при этом частично зависит от индивидуальных особенностей испытуемых.

Как уже отмечалось выше, в случае справедливости гипотезы о категориальном характере восприятия слабо выраженные эмоциональные экспрессии должны были бы различаться между собой в той же степени, что и соответствующие ярко выраженные эмоциональные экспрессии. Для проверки данного утверждения было проведено сравнение оценок степени сходства между собой пар изображений сильно и слабо выраженных эмоциональных экспрессий. Для каждой пары вычислялся средний показатель сходства, наличие различий между оценками сходства проверялось с помощью критерия Вилкоксона, дополнительно вычислялась величина межвыборочного сдвига по Ходжесу—Леману (в таблице — колонка EST). Сравнения для пар изображений «слабо выраженный страх — спокойное лицо» и «слабо выраженное удивление — спокойное лицо» не проводились. Жирной рамкой в таблице выделены пары ярко выраженных эмоциональных экспрессий, для которых степень сходства превышает 2.

Сравнительный анализ полученных результатов показывает, что из 19 пар эмоциональных экспрессий в 13 случаях слабо выраженные экспрессии оцениваются как более похожие, чем ярко выраженные. В 5 случаях (пары «страх—отвращение», «страх—радость», «страх—печаль», «гнев—отвращение», «гнев—печаль») показатели оценки степени сходства не обнаруживают значимых различий. В одном случае (пара «страх — удивление») слабо выраженные экспрессии оцениваются как менее похожие, чем сильно выраженные. Последний результат может быть связан со спецификой изображения слабо выраженной экспрессии удивления.

По совокупности полученных результатов можно утверждать, что оценка сходства помимо воспринимаемой модальности эмоций обуславливается степенью выраженности мимических признаков.

### **Результаты: реконструкция перцептивного пространства**

Реконструкция семантического пространства по индивидуальным данным сравнения эмоциональных экспрессий проводилась в среде статистической обработки R, библиотека smacof [7], функция smacofIndDiff. Аргумент `type=ordinal` указывает на то, что данные сравнения представлены в шкале порядка. Для оценки размерности пространства многомерное



Таблица

**Сопоставление оценок сходства для пар сильно и слабо выраженных эмоциональных экспрессий**

Экспрессия 1	Экспрессия 2	Сходство (сильное)	Сходство (слабое)	p-уровень	EST
Страх	Гнев	1,60	2,03	0,02	1
Страх	Отвращение	1,60	1,60	незначимо	0
Страх	Радость	1,53	1,50	незначимо	0
Страх	Печаль	1,37	1,53	незначимо	0,5
Страх	Удивление	2,93	2,23	< 0,01	-1
Страх	Нейтральное	1,07			
Гнев	Отвращение	2,97	3,23	незначимо	0,5
Гнев	Радость	1,03	1,43	< 0,01	1
Гнев	Печаль	1,60	1,93	0,07	1
Гнев	Удивление	1,40	1,73	0,02	1
Гнев	Нейтральное	1,40	1,73	0,03	1
Отвращение	Радость	1,17	1,60	< 0,01	1
Отвращение	Печаль	1,60	2,13	< 0,01	1
Отвращение	Удивление	1,20	1,73	0,01	1
Отвращение	Нейтральное	1,17	2,07	< 0,01	1,5
Радость	Печаль	1,17	2,03	< 0,01	1,5
Радость	Удивление	1,30	1,73	0,04	1,5
Радость	Нейтральное	1,53	2,33	< 0,01	1,5
Печаль	Удивление	1,43	2,30	< 0,01	1
Печаль	Нейтральное	2,87	4,57	< 0,01	2
Удивление	Нейтральное	1,23			

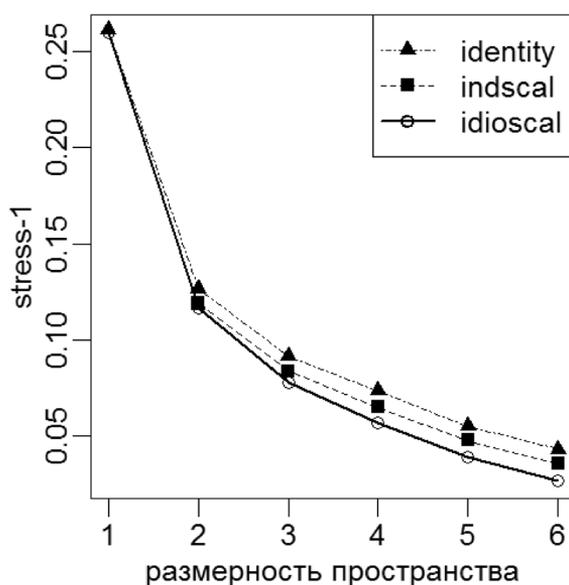


Рис. 3. Качество реконструкции методом многомерного шкалирования при различной размерности пространства



шкалирование выполнялось для пространств размерностью от 1 до 6. На рис. 3 представлен график Scree Plot (осыпи) для величины stress-1, являющейся показателем качества реконструкции. Показатель stress-1 вычислялся для размерности от 1 до 6, ограничения на модель: IDENTITY, INDSICAL (Individual Differences Scaling), IDIOSCAL (Individual Differences in Orientation SCALing). Модель IDENTITY предполагает, что разным наблюдателям соответствует единая система суждений о сходстве объектов; INDSICAL дополнительно допускает, что вес суждений у разных наблюдателей может различаться; IDIOSCAL дополнительно допускает индивидуальные вариации в ориентации матриц сходства. Таким образом, для одной и той же размерности пространства модель IDIOSCAL позволяет получить наилучшее качество реконструкции.

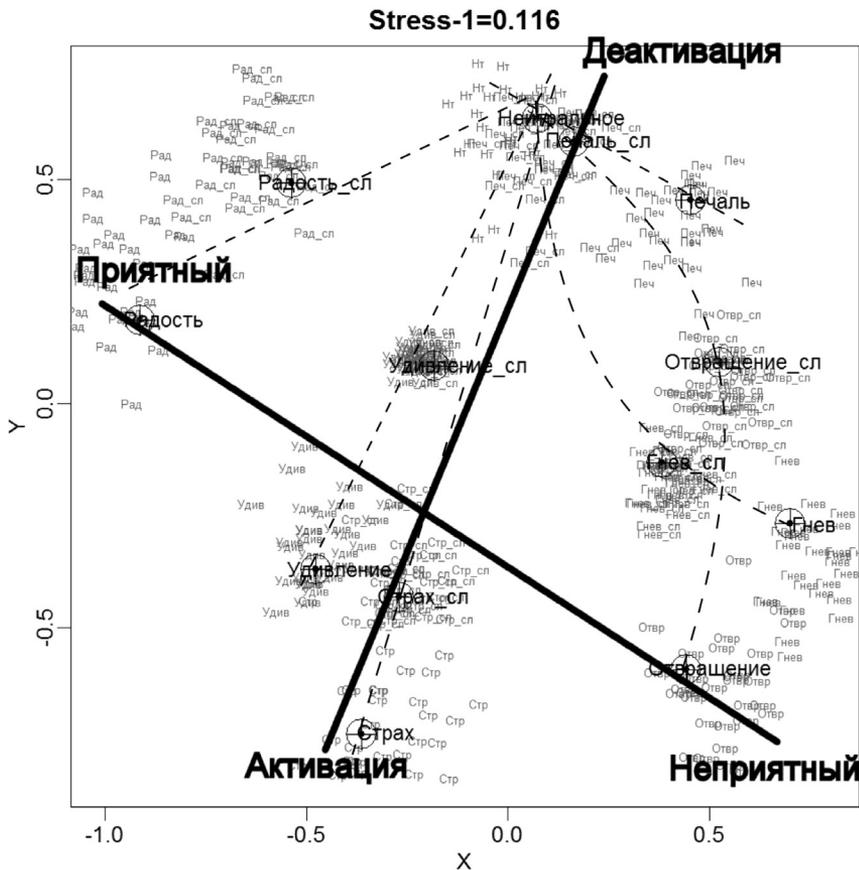


Рис. 4. Реконструкция пространства по индивидуальным результатам попарного сравнения изображений эмоциональных экспрессий. Темно-серым отмечены индивидуальные результаты отдельных участников. Оси «страх—нейтральное выражение» (активация—деактивация) и «радость—отвращение» (приятный—неприятный) нанесены в соответствии с моделью Core Affect. Пунктиром нанесены предполагаемые пути переходных рядов от сильно выраженных эмоциональных экспрессий к нейтральному лицу

Анализ результатов показывает, что с использованием модели IDIOSCAL величина показателя stress-1 для размерности пространства от 1 до 6 принимает значения соответственно: 0,260; 0,116; 0,077; 0,057; 0,039; 0,026. Таким образом, для дальнейшего анализа



целесообразно рассматривать пространство размерности 2. Результаты многомерного шкалирования (размерность 2, модель IDIOSCAL) представлены на рис. 4. Как видно из сопоставления с моделью Core Affect [13] (рис. 5), полученная нами реконструкция с точностью до ориентации осей на качественном уровне соответствует данной модели.



Рис. 5. Структура Core Affect [приведено по: 13]

### Обсуждение результатов

В случае полного подтверждения «дискретной» теории эмоций реконструированное по результатам прямого сравнения пространство имело бы шесть независимых измерений, каждое из которых соответствовало бы одной из «базовых» эмоций. В таком случае все пары сильно выраженных экспрессий должны были оцениваться как «совершенно непохожие». Соответствующие сильно и слабо выраженные экспрессии (разная степень выраженности одной и той же эмоции) должны были бы оцениваться как «максимально похожие» или «сильно похожие». Степень различия между собой слабо выраженных экспрессий лица должна быть такой же или несколько меньшей, чем для пар сильно выраженных экспрессий.

Полученные результаты решения задачи прямого сравнения гипотезу о наборе независимых друг от друга «дискретных» эмоций подтверждают лишь частично. При выполнении прямого сравнения изображений эмоциональных экспрессий наблюдатели действительно в основном ориентируются на оценку эмоционального состояния в терминах «базовых» эмоций либо эквивалентных им.

Оценка сходства изображений эмоциональных экспрессий лица выполняется наблюдателями, как правило, с опорой на модальность воспринимаемого эмоционального состояния натурщика, и в результате сравниваемые изображения сильно выраженных эмоцио-



нальных экспрессий оцениваются в основном как «совершенно не похожие». В то же время среди набора эмоций можно выделить пары (удивление и страх; гнев и отвращение; нейтральное и печаль), которые оцениваются как «умеренно похожие» друг на друга. Эмоции, семантика которых является для наблюдателей сходной, оцениваются как более похожие, несмотря на то, что наблюдатель достаточно хорошо различает их между собой. Также наблюдатели могут градуально оценивать степень выраженности эмоций, указывают, что две сравниваемые экспрессии лица могут представлять собой последовательные срезы динамики эмоционального состояния.

Таким образом, с точки зрения участников эксперимента «базовые» эмоции не являются независимыми друг от друга конструктами. Взаимоотношения между ними соответствуют семантическому пространству, описываемому моделью Core Affect. Эксплицитно участники эксперимента при объяснении степени сходства описывают сравниваемые изображения в терминах дискретных эмоций; в то же время имплицитная структура сходства соответствует двумерному пространству с измерениями «приятный—неприятный» и «активация—деактивация». На полученной реконструкции (рис. 4) линейными оказываются отношения для четырех групп эмоций: «нейтральное — слабая радость — сильная радость»; «нейтральное — слабая печаль — сильная печаль»; «нейтральное — слабое удивление — сильное удивление»; «нейтральное — слабый страх — сильный страх». Для указанных эмоций изменение интенсивности полностью описывается линейной комбинацией координат пространства. Для групп эмоций «нейтральное — слабый гнев — сильный гнев» и «нейтральное — слабое отвращение — сильное отвращение» отношения не являются линейными, их объяснение требует дальнейшего анализа.

Полученные результаты относятся только к экологически валидным изображениям, соответствующим выражению «базовых» эмоций разной степени интенсивности. Для понимания места переходных эмоциональных экспрессий в структуре данного пространства необходимы дальнейшие исследования. Объем проведенного эксперимента ограничен, поскольку дальнейшее наращивание числа сравнений приведет к росту усталости участников исследования и некорректным результатам. В то же время вместо изображений слабо выраженных эмоциональных экспрессий в качестве стимульного материала принципиально возможным является использование изображений переходных эмоциональных экспрессий. Гипотетический полный эксперимент должен включать 15 переходных рядов между 6 «базовыми» экспрессиями. Если принять дискретность рядов в размере 20%, то на каждый ряд приходится 2 опорных и 4 переходных изображения; всего 60 переходных изображений. При сохранении имеющегося объема экспериментальной серии для полного изучения структуры воспринимаемого сходства потребуется до 10 экспериментальных серий, что представляется технически реализуемой задачей. Высокая трудоемкость данной методики в основном связана с необходимостью сбора и последующего анализа вербальных описаний. Возможный сокращенный вариант экспериментальной процедуры состоит в выполнении только оценок сходства без объяснения используемых критериев. Имея информацию об оценках сходства для полной процедуры, мы, возможно, сможем валидизировать упрощенный вариант методики.

Наиболее существенная техническая проблема состоит в том, что помимо базы ВЕПЭЛ (включающей изображения переходных экспрессий единственного натурщика) другие естественные изображения переходных экспрессий отсутствуют, а фотоизображения, полученные с помощью процедуры морфинга, содержат артефакты, которые сами по себе могут служить основаниями для различения изображений. Проводимые нашими кол-



легами попытки получения изображений естественных переходных экспрессий показали, что решение данной задачи требует от натурщиков крайне высокого контроля своего эмоционального состояния.

Можно ожидать, что дальнейшие эксперименты, в которых стимульный материал будет расширен путем добавления изображений переходных экспрессий, позволят понять причины наблюдаемых различий в точности решения дискриминационной задачи в ранее проводившихся исследованиях.

За рамками проведенного анализа данных осталось количественное сопоставление структуры описаний эмоциональных экспрессий. В частности, представляет интерес уточнение вопроса об изменении вклада разных вариантов описания той или иной эмоции по ее изображению в зависимости от того, с какой из противоположных по валентности эмоций производится сравнение. Имеющегося материала в принципе достаточно для составления полного словаря используемых описаний по аналогии с [3]. Однако сопоставление частот встречаемости редких описаний требует увеличения объема выборки.

Ограничение предлагаемой парадигмы исследования состоит в том, что она позволяет изучать только субъективные представления о сходстве и различии эмоциональных экспрессий лица и соответствующих им эмоций. За рамками исследования остается изучение объективных механизмов восприятия выражений лица. Единственным практически реализуемым способом изучения таких механизмов, на наш взгляд, является сопоставление результатов натуральных экспериментов и математических моделей. Конечным результатом экспериментальных исследований в парадигме прямого сравнения является матрица парного сходства для всех использовавшихся стимулов. После этого появляется критерий для проверки возможных математических моделей, описывающих различия между стимулами. В наших исследованиях при создании такого рода моделей мы опираемся на векторную модель различения стимулов [6]. При этом подстройка модели выполняется за счет выбора конкретного набора начальных сигналов, описывающих различаемые изображения лицевых экспрессий на разных уровнях детализации [4; 1].

Анализ представленных участниками эксперимента описаний показал, что эксплицитное объяснение различий между изображениями в терминах конфигурационных признаков в полученных вербальных описаниях выражено достаточно слабо. Основываясь на ранее проведенных нами исследованиях [2], можно предполагать, что использование парциальных мимических признаков вместо целостного представления о выражении лица связано с затруднениями в распознавании и различении эмоциональных экспрессий лица в условиях неполноты информации (зашумленные изображения, ограниченное время экспозиции и т. п.) В таком случае структура реконструируемого пространства должна зависеть от условий экспозиции. Также, при ухудшении условий экспозиции должно наблюдаться увеличение числа объяснений, связанных с опорой на парциальные мимические признаки. Напротив, при облегчении условий восприятия структура пространства будет приближаться к «идеальным» представлениям о семантическом соотношении эмоционально окрашенных категорий, выражаемом структурой Core Affect.

Рассматривая дальнейшие направления исследований по уточнению закономерностей различения эмоциональных экспрессий лица можно выделить следующие ключевые задачи:

— накопление эмпирических результатов о воспринимаемом сходстве выражений лица;



— проведение анализа научных данных по физиологии зрительного восприятия, позволяющего предложить дополнительное обоснование выбранного варианта модели различения;

— дальнейшее уточнение модели путем сопоставления эмпирических и теоретически рассчитываемых данных о величине сходства между изображениями.

## Выводы

При отсутствии затруднений в восприятии эмоциональных экспрессий сходство между их изображениями описывается наблюдателями в терминах дискретных «базовых» эмоций. ИмPLICITная структура реконструируемого пространства соответствует двумерному пространству с измерениями «приятный—неприятный» и «активация—деактивация», которое с точностью до ориентации осей соответствует модели Core Affect Дж. Расселла.

## Литература

1. Ананьева К.И., Жегалло А.В., Мармалюк П.А. Эффективность различения лиц разных расовых типов русскими и тувинскими наблюдателями как характеристика пространственных свойств изображений // Лицо человека в науке, искусстве и практике. М.: Когито-Центр, 2014. С. 41–52.
2. Барабанищikov В.А., Жегалло А.В., Королькова О.А. Перцептивная категоризация выражений лица. М.: Когито-Центр, 2016. 374 с.
3. Жегалло А.В., Королькова О.А. Оpozнание естественных и искусственных переходных эмоциональных экспрессий лица в условиях непосредственного общения // Когнитивные механизмы невербальной коммуникации М.: Когито-Центр, 2017. С. 102–145.
4. Жегалло А.В., Мармалюк П.А. Характеристики изображений, определяющие эффективность их различения // Естественно-научный подход в современной психологии / Отв. ред В.А. Барабанищikov. М.: ИП РАН, 2014. С. 157–162.
5. Куракова О.А. Создание новой базы фотоизображений естественных переходов между базовыми эмоциональными экспрессиями лица // Лицо человека как средство общения: Междисциплинарный подход. М.: Когито-Центр, ИП РАН, 2012. С. 287–309.
6. Соколов Е.Н. Очерки по психофизиологии сознания. М.: МГУ, 2010. 237 с.
7. De Leeuw, J., Mair, P. Multidimensional scaling using majorization: The R package smacof // Journal of Statistical Software. 2009. Vol. 31 № 3. P. 1–30.
8. Ekman P. Basic Emotions. // Handbook of Cognition and Emotion. Sussex, U.K.: John Wiley & Sons, Ltd., 1999 P. 45–60. DOI: 10.1002/0470013494.ch3
9. Ekman P. Emotions revealed. N.Y.: An owl Book, 2004.
10. Etcoff N.L., Magee J.J. Categorical perception of facial expressions // Cognition. 1992. Vol. 44. № 3. P. 227–240.
11. Harnad S. (ed) Categorical perception: The groundwork of cognition. Cambridge University Press, 1987.
12. Liberman A. M., Harris K.S., Hoffman H.S., Griffith B.G. The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries // Journal of Experimental Psychology. 1957. Vol. 54. № 5. P. 358–368.
13. Russell J., Barrett L. Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant. // Journal of Personality and Social Psychology. 1999. Vol. 76. P. 805–819. DOI: 10.1037//0022-3514.76.5.805
14. Russell J.A. Core Affect and the Psychological Construction of Emotion // Psychological Review, 2003. Vol. 110. № 1. P. 145–172.
15. Yik M., Russell J.A., Steiger J.H. A 12-Point Circumplex Structure of Core Affect // Emotion. 2011. Vol. 11. № 4. P. 705–731.

## References

1. Ananieva K.I., Zhegallo A.V., Marmaluk P.A. Jeffektivnost' razlichenija lic raznyh rasovyh tipov russkimi i tuvinskimi nabljudateljami kak harakteristika prostranstvennyh svojstv izobrazhenij [The effectiveness



- of distinguishing faces of different racial types by Russian and Tuvan observers as a characteristic of the spatial properties of images] In Lico cheloveka v nauke, iskusstve i praktike [Human face in science, art and practice] M., Kogito-tsentr, 2014. pp. 41–52. (In Russ.).
2. Barabanshikov V.A., Zhegallo A.V., Korolkova O.A. Perceptivnaja kategorizacija vyrazhenij lica [Perceptual categorization of facial expressions] M., Kogito-tsentr, 2016. 376 p. (In Russ.).
  3. Zhegallo A.V., Korolkova O.A. Opoznanie estestvennyh i iskusstvennyh perehodnyh jemocional'nyh jekspressij lica v usloviyah neposredstvennogo obshhenija [Recognition of natural and artificial transient emotional expressions of a face in direct communication ] In Kognitivnye mehanizmy neverbal'noj kommunikacii [Cognitive mechanisms of non-verbal communication] M., Kogito-tsentr, 2017. pp. 102–145. (In Russ.).
  4. Zhegallo A.V., Marmaluk P.A. Harakteristiki izobrazhenij, opredel'jajushhie jeffektivnost' ih razlichenija [Characteristics of images determining the effectiveness of their distinguishing] In Estestvenno-nauchnyj podhod v sovremennoj psihologii [natural science approach in modern psychology] M., IPRAS, 2014. pp. 157–162. (In Russ.).
  5. Kurakova O.A. Sozdanie novoj bazy fotoizobrazhenij estestvennyh perehodov mezhdz bazovymi jemocional'nymi jekspressijami lica [Creating a new base of photo images of natural transitions between basic emotional facial expressions] In Lico cheloveka kak sredstvo obshhenija: Mezhdisciplinarnyj podhod [The Human Face as a Means of Communication: An Interdisciplinary Approach] M., Kogito-tsentr, 2012. pp. 287–309. (In Russ.).
  6. Sokolov E.N. Oчерки po psihofiziologii soznaniija [Essays on the psychophysiology of consciousness] M., MSU, 2010. (In Russ.).
  7. De Leeuw, J., Mair, P. Multidimensional scaling using majorization: The R package smacof // Journal of Statistical Software. 2009. V. 31 № 3. pp. 1–30/
  8. Ekman P. Basic Emotions. // Handbook of Cognition and Emotion. Sussex, U.K.: John Wiley & Sons, Ltd., 1999 P. 45 – 60. doi: 10.1002/0470013494.ch3
  9. Ekman P. Emotions revealed. N.Y.: An owl Book, 2004.
  10. Etcoff N.L., Magee J.J. Categorical perception of facial expressions // Cogition. 1992. V. 44. № 3. pp. 227–240.
  11. Harnad, S. (ed) Categorical perception: The groundwork of cognition. Cambridge University Press, 1987.
  12. Liberman A. M., Harris K.S., Hoffman H.S., Griffith B.G. The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries // Journal of Experimental Psychology. 1957. V. 54. №5. P. 358–368.
  13. Russell J., Barrett L. Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant. // Journal of personality and social psychology. 1999. V. 76. pp. 805-819. doi: 10.1037//0022-3514.76.5.805.
  14. Russel J.A. Core Affect and the Psychological Construction of Emotion // Psychological Review, 2003. Vol. 110, No. 1, pp. 145–172.
  15. Yik M., Russel J.A., Steiger J.H., A 12-Point Circumplex Structure of Core Affect // Emotion. 2011. Vol. 11, No. 4, pp. 705–7314.

### **Информация об авторах**

*Жегалло Александр Владимирович*, кандидат психологических наук, старший научный сотрудник, Институт психологии Российской академии наук (ФГБУН ИП РАН), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5307-0083>, e-mail: [zhegs@mail.ru](mailto:zhegs@mail.ru)

### **Information about the authors**

*Alexander V. Zhegallo*, PhD in Psychology, Senior Researcher, Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5307-0083>, e-mail: [zhegs@mail.ru](mailto:zhegs@mail.ru)

Получена 28.02.2020

Принята в печать 01.06.2021

Received 28.02.2020

Accepted 01.06.2021