



Научная статья | Original paper

## Реконструкция фрагмента перцептивного пространства эмоциональных экспрессий лица

А.Д. Фомичева<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup> Институт психологии Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

✉ [fomar1999@mail.ru](mailto:fomar1999@mail.ru)

### Резюме

**Контекст и актуальность.** Работа является продолжением исследований воспринимаемого соотношения эмоциональных экспрессий лица. **Цель** исследования заключается в реконструкции перцептивного пространства базовых экспрессий и переходных выражений между ними. Проверялась возможность применения парадигмы прямого сравнения для реконструкции перцептивного пространства переходных эмоциональных рядов, образующих замкнутую фигуру. **Гипотеза.** С использованием трех переходных рядов предполагалось получить двумерную модель, соответствующую треугольнику, в котором базовые эмоции находятся на вершинах, переходные экспрессии расположены линейно на гранях. **Методы и материалы.** В эксперименте приняли участие 40 человек ( $M = 22,1$  года). В ходе процедуры участники оценивали степень сходства экспрессий по шкале от 1 до 9, где 9 — очень похожи. **Результаты.** Методом многомерного шкалирования реконструирована модель, соответствующая предполагаемому треугольнику и описываемая двумя измерениями. Была показана возможность использования задачи прямого сравнения для создания полного пространства эмоциональных экспрессий. **Выводы.** Обнаруженные нарушения линейности объясняются в терминах перцептивного притяжения к прототипу. Вычислена разрешающая способность метода, которая может использоваться для увеличения точности оценки качества реконструкции. Приводятся перспективы дальнейших исследований, направленных на создание общего пространства путем соединения реконструкций отдельных треугольников переходных рядов эмоциональных экспрессий лица.

**Ключевые слова:** эмоциональные экспрессии лица, задача прямого сравнения, воспринимаемое сходство, многомерное шкалирование

---

**Для цитирования:** Фомичева, А.Д. (2025). Реконструкция фрагмента перцептивного пространства эмоциональных экспрессий лица. *Экспериментальная психология*, 18(4), 47–63. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2025180403>



## Reconstruction of a fragment of the perceptual space of emotional facial expressions

A.D. Fomicheva<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup> Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ fomar1999@mail.ru

### Abstract

**Context and relevance.** The current work continues the studies of the perceived relations of emotional facial expressions. **Objective.** The aim of the research is to reconstruct the perceptual space of basic emotions and transitional expressions between them. The direct comparison paradigm was tested to reconstruct the perceptual space of transitional emotional rows that form a closed figure. Three transitional rows were used. **Hypothesis.** It was suggested to obtain a two-dimensional model corresponding to a triangle with basic emotions on the vertices, and the transitional expressions located linearly on the edges. **Methods and materials.** 40 people ( $M = 21.4$  years) took part in the experiment. During the procedure participants rated the degree of expressions similarity on a scale from 1 to 9, where 9 means “very similar”. **Results.** The assumed two-dimensional triangle model was reconstructed using multidimensional scaling. It was shown that the direct comparison task can be used to create a complete space of emotional expressions. **Conclusions.** The observed violations of linearity are explained in terms of perceptual magnetic effect. The calculated resolving power of the method can be used to increase the accuracy of reconstruction quality assessment. Prospects for further research aimed at creating a complete space by connecting reconstructed triangles of transitional rows of emotional facial expressions are presented.

**Keywords:** emotional facial expressions, direct comparison task, perceived similarity, multidimensional scaling

---

**For citation:** Fomicheva, A.D. (2025). Reconstruction of a fragment of the perceptual space of emotional facial expressions. *Experimental Psychology (Russia)*, 18(4), 47–63. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/exppsy.2025180403>

### Введение

Различение эмоциональных экспрессий лица играет важную роль в человеческой жизнедеятельности, однако точное соотношение разных экспрессий в настоящее время остается неясным.

С точки зрения нейрокультурной теории П. Экмана существует несколько отдельных категорий, включающих в себя базовые эмоции и их вариации, которые обладают характерными признаками, позволяющими точно отличить одну эмоцию от другой (Ekman, 1992). Такие категории воспринимаются как дискретные образования, поэтому в основе различения экспрессий лежит определение их принадлежности к той или иной категории эмоций.

Предположение о строго категориальном восприятии эмоциональных экспрессий проверялось при помощи дискриминационной АВХ-задачи (Etcoff, Magee, 1992; Calder et. al., 1996). В исследованиях, выполненных в рамках данной парадигмы, создаются ряды стимулов, представляющие собой переход от одной категории (прототип 1) к другой (прототип 2), при этом процентное соотношение характеристик прототипа 1 и 2 между соседними членами ряда меняется линейно (например, 90/10%, 80/20% и т. д.). В ходе эксперимента испытуемым



предъявляются пары соседних стимулов (А и В), затем — целевой стимул (Х), который идентичен А или В. Задача состоит в определении, совпадает Х с А или с В. В соответствии с исходной гипотезой точность различения стимулов, имеющих одинаковую величину физических отличий, достигает максимума, когда стимулы находятся с разных сторон границы между категориями, и снижается в пределах одной категории. Данное предположение не получило однозначного подтверждения. Эффект категориальности восприятия эмоций является скорее частным случаем, чем общей закономерностью (Барабанщиков, Жегалло, Королькова, 2016).

Другим основанием для различения экспрессий могут выступать физические (перцептивные) характеристики лиц, о чем свидетельствует отнесение некоторых экспрессий к нескольким категориям с равной вероятностью (Schlosberg, 1941). Восприятие эмоциональных выражений как континуума исследуется в рамках многомерного подхода, который предполагает, что эмоции воспринимаются как точки в  $n$ -мерном перцептивном пространстве, и допускает возможность смещения и пересечения категорий между собой (Russell, Barrett, 1999; Russell, 2003). Реконструкция пространства осуществляется посредством многомерного шкалирования (multidimensional scaling), направленного на представление многомерных данных с помощью минимального количества измерений. Этот метод позволяет установить пространственное взаиморасположение объектов по оценкам различия между ними. Исходные данные могут быть получены в процессе сортировки изображений эмоциональных лиц по сходству (Russell, Bullock, 1985), по результатам сравнения экспрессий в «тройках» и «четверках» (Bimler, Kirkland, 2001; Bimler, Paramei, 2006), а также по результатам выполнения дискриминационной АВХ-задачи (Королькова, 2014).

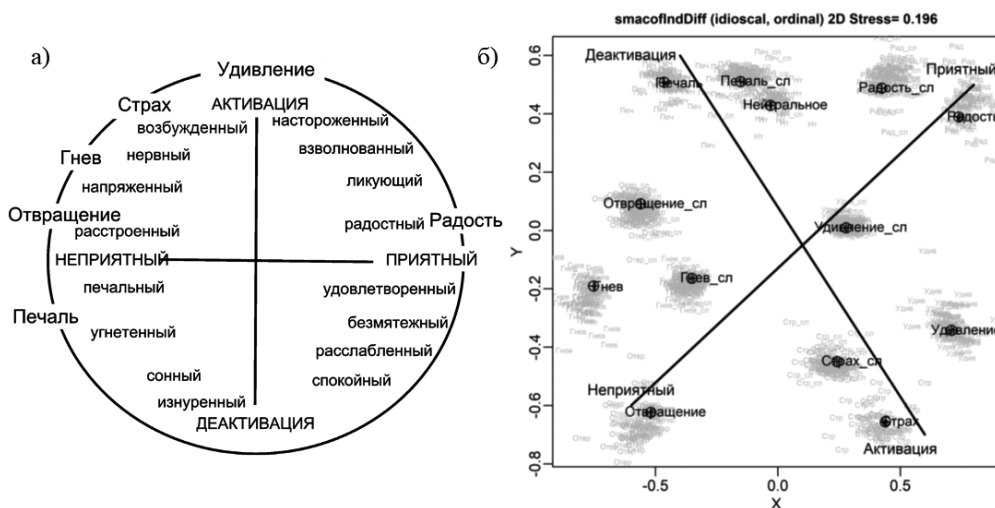
Несовершенство описанных выше моделей связано с тем, что эти методики не позволяют получить полную матрицу сходства или различия между экспрессиями. При сортировке некоторые изображения могут ни разу не оказаться в одном наборе, что затрудняет оценку расстояния между ними и искажает перцептивное пространство (Bimler, Kirkland, 1997). Дискриминационная задача дает информацию только о соотношении соседних членов ряда, что также не позволяет сформировать целостное представление о взаиморасположении экспрессий. Для преодоления описанных выше ограничений было предложено использование парадигмы прямого сравнения, позволяющей получить количественную и качественную информацию о непосредственно воспринимаемом соотношении стимулов (Самойленко, 2010) и построить матрицу различий между всеми экспрессиями, включенными в эксперимент (Жегалло, 2021; Жегалло, Басюл, 2023).

Основная цель данных исследований заключается в выявлении воспринимаемого соотношения эмоциональных экспрессий и реконструкции полного перцептивного пространства, включающего 7 базовых выражений (радость, удивление, страх, отвращение, гнев, печаль, нейтральное лицо) и переходные ряды между ними. В экспериментах используются фотографии из базы видеоизображений естественных переходных эмоциональных лиц — ВЕПЭЛ (Куракова, 2012). ВЕПЭЛ включает в себя 21 переходный ряд между базовыми экспрессиями по 6 изображений в каждом (две базовые и четыре переходные). Величина теоретического различия соседних членов ряда равна 20% и рассчитывается как  $1 - r$ , где  $r$  — коэффициент корреляции Пирсона между векторами яркостей отдельных пикселей (Жегалло, 2023). Изображения в таком ряду считаются эквидистантными.

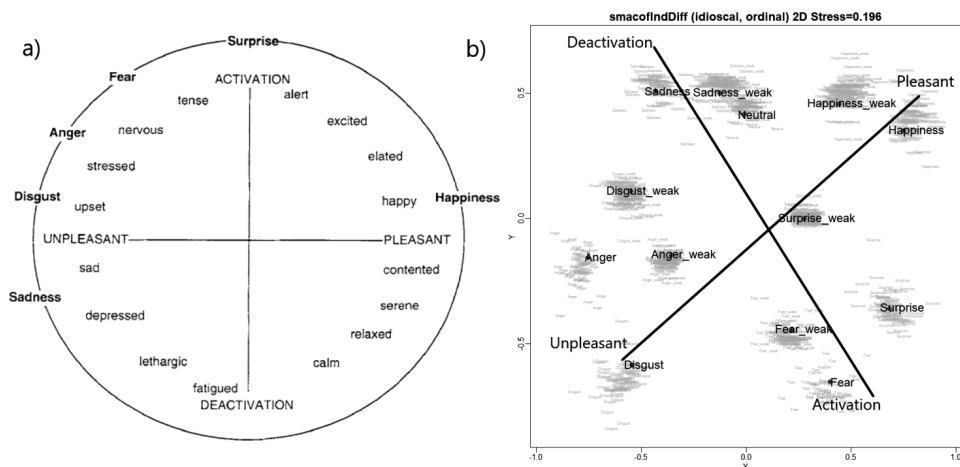
Из-за утомляемости испытуемых сложность создания полной реконструкции состоит в ограниченном объеме стимулов, которые могут быть включены в один эксперимент.



В связи с этим сбор данных осуществляется на отдельных наборах стимулов. В первых экспериментах (Жегалло, 2021; Жегалло, Басюл, 2023) на основе прямых оценок сходства было реконструировано пространство 13 экспрессий (6 сильно, 6 слабо выраженных эмоций и нейтрального лица). С позиции нейрокультурного подхода предполагалось, что перцептивное пространство будет описываться тем же количеством измерений, сколько базовых эмоций включено в эксперимент. Однако полученная реконструкция соответствовала двумерной модели Дж. Расселла, в которой на противоположных полюсах оси приятности лежат эмоции радости (приятный) и отвращения (неприятный), а на полюсах оси активации — спокойствие (деактивация) и удивление (активация). Визуализации представлены на рис. 1.



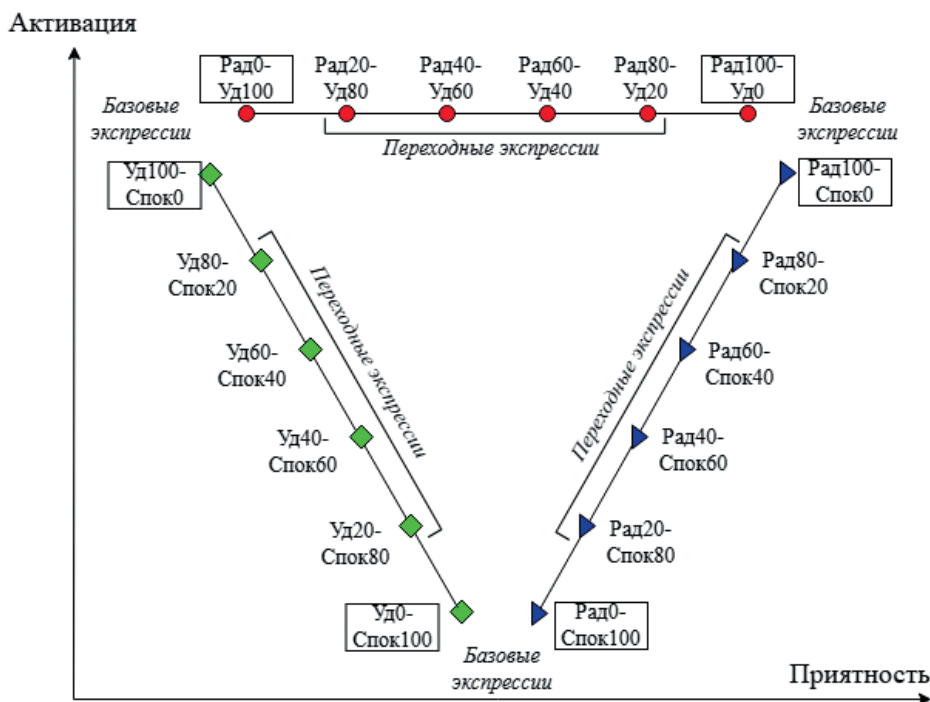
**Рис. 1.** а) Двумерная модель Дж. Расселла (Russell, Barrett, 1999) (модифицированная иллюстрация, оригинал см. в Жегалло, 2021);  
б) Реконструкция пространства 13 экспрессий (приводится по Жегалло, Басюл, 2023)



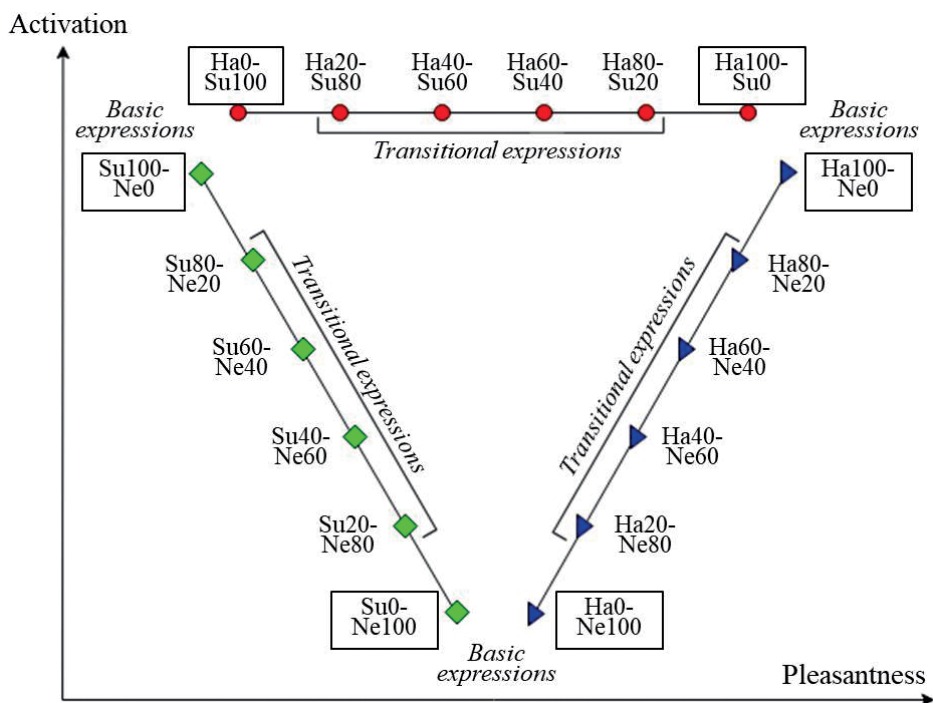
**Fig. 1.** а) J. Russell's two-dimensional model (reported from Russell, Barrett, 1999)  
б) Reconstruction of the 13 expressions space (translated and reported from Zhegallo, Basyul, 2023)



Следующий этап исследований направлен на реконструкцию пространства полных переходных эмоциональных рядов. Для этого выбирается три переходных ряда, которые в общем виде имеют следующую структуру: «базовая экспрессия 1 — переходные экспрессии 1–2 — базовая экспрессия 2 — переходные экспрессии 2–3 — базовая экспрессия 3 — переходные экспрессии 3–1» (т. е. образуют замкнутую фигуру). В настоящем эксперименте проверяется эффективность применения парадигмы прямого сравнения для реконструкции пространства экспрессий, имеющих малую величину различий. Для трех переходных рядов ожидается модель треугольника, в котором сильные эмоции находятся на вершинах, а переходные экспрессии расположены линейно на гранях. На рис. 2 представлена иллюстрация модели переходных рядов «спокойствие — радость — удивление — спокойствие». Поскольку треугольник является двумерной фигурой, то предполагается, что пространство будет описываться двумя измерениями. Учитывая результаты предшествующих исследований, можно полагать, что эти измерения будут определяться как оси приятности (полюса «приятный» — «неприятный») и активации (полюса «активация» — «деактивация») модели Core Affect Дж. Расселла (Russell, Barrett, 1999). Получение результатов, соответствующих выдвинутой гипотезам, будет свидетельствовать о возможности дальнейшего применения методики прямого сравнения для реконструкции полного пространства эмоциональных экспрессий путем сбора информации на отдельных «треугольниках» и их последующей интеграции в единую модель.



**Рис. 2.** Ожидаемая модель треугольника для переходных рядов «спокойствие — радость — удивление — спокойствие»: сокращенные названия эмоций: спокойствие — Спок, радость — Рад, удивление — Уд; числа после сокращенных названий эмоций означают их процентное соотношение в данной экспрессии



**Fig. 2.** The expected model of the triangle for transitional rows “neutral – happiness – surprise – neutral”: abbreviated names of emotions: neutral – Ne, happiness – Ha, surprise – Su; the numbers after the abbreviated names of emotions indicate their percentage in a given expression

## Материалы и методы

В эксперименте приняли участие 40 человек (13 мужчин и 27 женщин) в возрасте от 17 до 41 года ( $M = 22,075$ ,  $SD = 7,1$ ) с нормальным или скорректированным до нормального зрением. Исследование проводилось на ноутбуке с диагональю экрана 15,6 дюйма и разрешением 1366 x 768 пикселей (pix). Программа эксперимента была создана с помощью программного обеспечения PsychoPy v. 2022.2.4 (Peirce, 2007). Для эксперимента были выбраны переходные ряды «спокойствие – радость», «радость – удивление», «спокойствие – удивление» из базы ВЕПЭЛ (рис. 3).

Перед началом эксперимента на экране предъявлялась следующая инструкция: «Сейчас на экране будут демонстрироваться пары фотоизображений одного человека с разными выражениями лица. Вам необходимо оценить степень сходства этих изображений по шкале от 1 до 9, где 1 – совсем не похожи; 5 – умеренно похожи; 9 – максимально похожи. Для ответа используйте клавиши-цифры в верхней части клавиатуры. Перед началом эксперимента Вам будут показаны все изображения, которые встретятся в основной части».

После прочтения инструкции на экране демонстрировался весь набор изображений, включенных в эксперимент. По мере готовности испытуемые переходили к основной части, в ходе которой предъявлялись пары изображений размером 421 x 584 pix. Расстояние от центра экрана до середины каждой из фотографий составило 300 pix. Изображения оставались на экране до нажатия клавиши оценки. Межстимульный интервал между каждой па-





рой составлял 500 мс. Каждая экспрессия сравнивалась со всеми другими кроме себя самой (всего 153 сравнения).

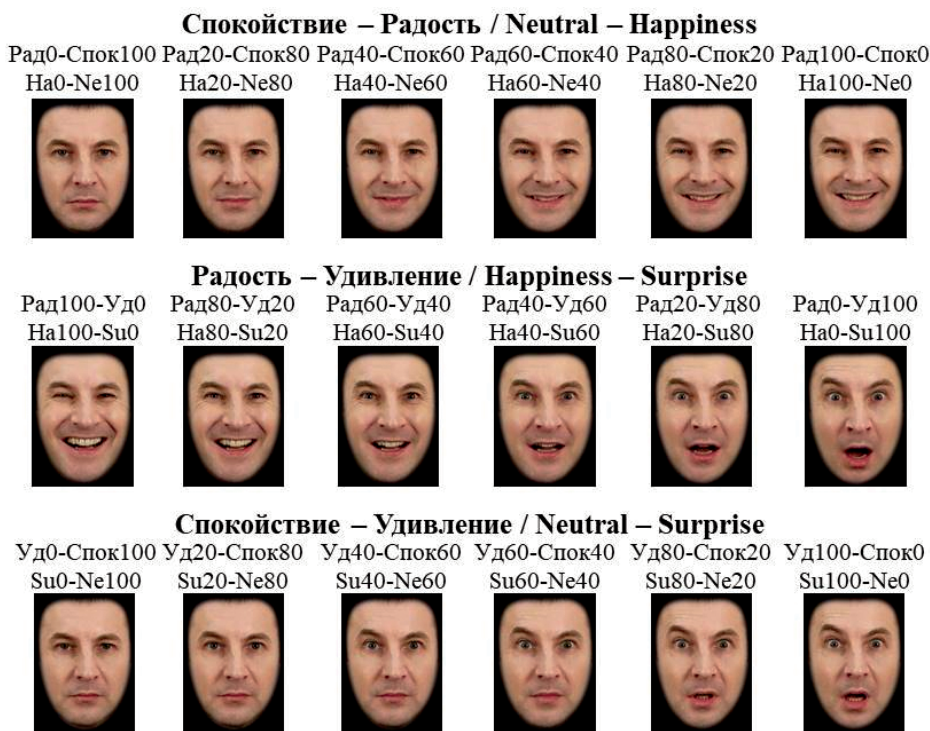


Рис. 3. Набор стимульных изображений  
 Fig. 3. The set of the stimulus images

По окончании основной части (после всех 153 пар) проводилось постэкспериментальное интервью с целью выявления стратегий сравнения. Испытуемым задавались вопросы: 1) На что Вы обращали внимание при оценке сходства? 2) На какие признаки опирались при вынесении суждения? Время опроса занимало около 5–7 минут в зависимости от степени развернутости ответа участника исследования.

## Результаты

### Результаты многомерного шкалирования

Обработка данных производилась на языке R v. 4.0.2 (R Core Team, 2020) в среде RStudio (RStudio Team, 2016). Оценки сходства были преобразованы в оценки различия (шкала от 0 до 8). Пространство реконструировалось с помощью многомерного шкалирования (библиотека smacof, функция smacofIndDiff, constraint = idioscal, type = ordinal (De Leeuw, Mair, 2009)).

Для выбора размерности пространства был рассчитан показатель соответствия модели stress-1 для 1–6 измерений (рис. 4). На графике осыпи наибольшее повышение качества подгонки наблюдается при переходе от 1 к 2 измерениям, дальнейшее увеличение количества измерений не оказывает столь благоприятного эффекта на модель.

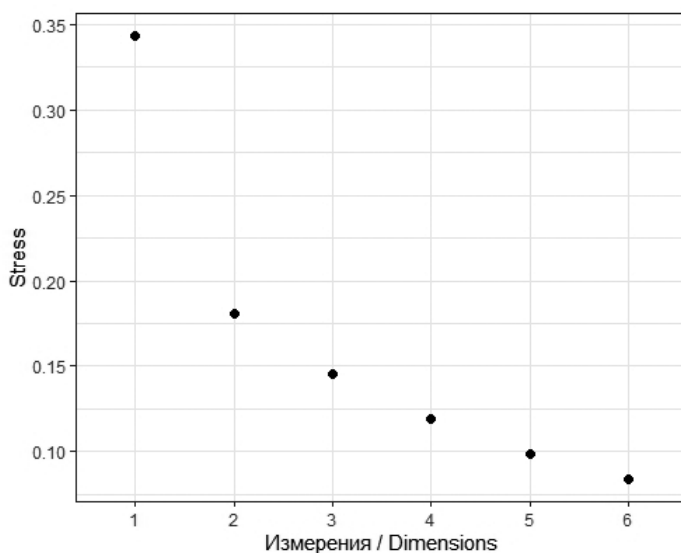


Рис. 4. График осыпи для моделей с 1–6 измерениями  
Fig. 4. Scree plot for models with 1–6 dimensions

Далее была вычислена доля объясненной дисперсии ( $R^2$ ) путем расчета коэффициента корреляции Спирмена между исходными оценками различия и расстояниями модели и возведения его в квадрат (Dawson, 2015). Наибольший коэффициент детерминации соответствует двумерному пространству и равняется 44,9% (табл. 1). Таким образом, результаты анализа показателя stress-1 и  $R^2$  позволяют принять двумерную модель за оптимальную. Визуализация представлена на рис. 5. Алгоритмы многомерного шкалирования позволяют установить взаиморасположение объектов относительно друг друга, однако итоговая конфигурация располагается в некоторой степени произвольно относительно осей X и Y (Dimension 1 и Dimension 2 на рисунке). В связи с этим определение направления и содержания осей, которые позволяют интерпретировать результаты, осуществляется исследователем на основе полученной конфигурации и теории. В данном случае модель может описываться измерениями приятности и активации, которые нанесены на рисунок в виде серых стрелок.

Таблица 1 / Table 1

Показатель stress-1, доля объясненной дисперсии ( $R^2$ )  
и F-статистика моделей с 1–6 измерениями  
Stress-1, explained variance ( $R^2$ ), and F-statistics for models with 1–6 dimensions

| Измерения<br>Dimensions | Stress-1 | $R^2$ | F(1, 6118) | p-уровень<br>p-level |
|-------------------------|----------|-------|------------|----------------------|
| 1                       | 0,344    | 0,270 | 2265,9     | <0,001               |
| 2                       | 0,181    | 0,449 | 4992,1     | <0,001               |
| 3                       | 0,145    | 0,428 | 4580,4     | <0,001               |
| 4                       | 0,119    | 0,434 | 4687,5     | <0,001               |
| 5                       | 0,099    | 0,437 | 4745,3     | <0,001               |
| 6                       | 0,084    | 0,443 | 4858,2     | <0,001               |



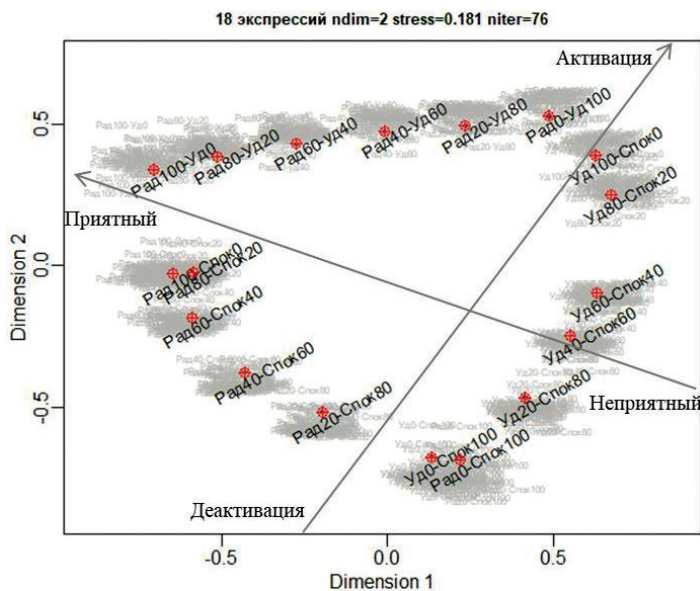


Рис. 5. Перцептивное пространство 18 эмоциональных экспрессий

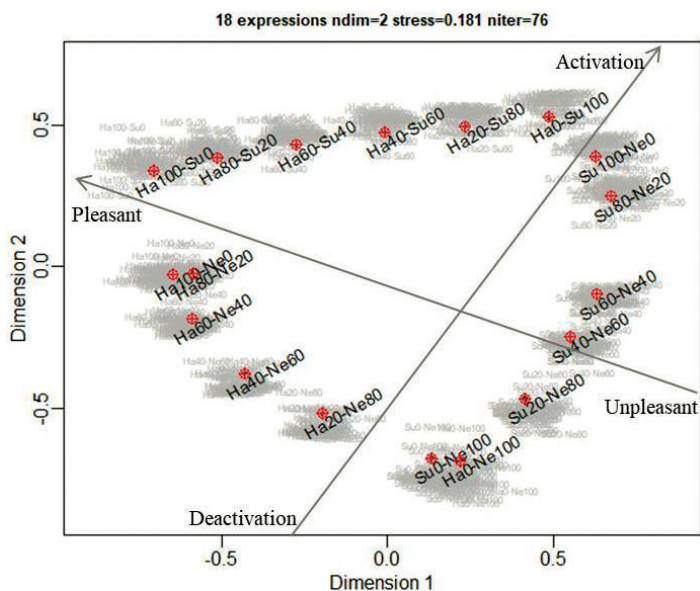


Fig. 5. Perceptual space of the 18 emotional expressions

### ***Сравнение теоретических и эмпирических оценок сходства***

Теоретические расстояния между экспрессиями рассчитывались посредством деления оценок различия (общего расстояния) между базовыми экспрессиями на 5 (на количество расстояний между шестью изображениями). Полученные значения сравнивались с эмпирическими оценками с помощью одновыборочного U-критерия Манна-Уитни. Результаты сравнения теоретических и эмпирических оценок сходства, а также анализа ли-



нейности расположения экспрессий приведены в табл. 2. Далее по тексту значения в скобках приводятся в следующем порядке: теоретическая и эмпирическая оценка, р-уровень.

В ряду «спокойствие — радость» эмпирические оценки различия значимо превышают теоретические при сравнении нейтрального лица с экспрессиями Рад40-Спок60 (2,33 и 4,375,  $p < 0,001$ ), Рад60-Спок40 (3,495 и 5,925,  $p < 0,001$ ) и Рад80-Спок20 (4,66 и 5,9,  $p < 0,001$ ). В то же время эмпирические оценки значимо ниже теоретических при сравнении экспрессии Рад100-Спок0 с экспрессиями Рад20-Спок80 (4,66 и 3,475,  $p = 0,001$ ), Рад40-Спок60 (3,495 и 2,4,  $p = 0,007$ ), Рад60-Спок40 (2,33 и 0,65,  $p < 0,001$ ) и Рад80-Спок20 (1,165 и 0,4,  $p < 0,001$ ). В ряду «спокойствие — удивление» эмпирические расстояния значимо выше теоретических при сравнении нейтрального лица с экспрессиями Уд60-Спок40 (3,78 и 4,55,  $p = 0,016$ ) и Уд80-Спок20 (5,04 и 6,1,  $p = 0,002$ ). В паре сравнения экспрессий Уд100-Спок0 и Уд80-Спок20 эмпирические оценки значимо ниже теоретических (1,26 и 0,9,  $p = 0,001$ ). В ряду «радость — удивление» значимо переоцениваются расстояния от экспрессии Рад0-Уд100 до Рад40-Уд60 (3,765 и 4,475,  $p = 0,017$ ) и на уровне тенденции до Рад20-Уд80 (5,02 и 6,  $p = 0,078$ ). Значимо недооцениваются расстояния от экспрессии Рад100-Уд0 до Рад40-Уд60 (2,51 и 2,225,  $p = 0,016$ ) и до Рад20-Уд80 (1,225 и 0,9,  $p = 0,002$ ).

Таблица 2 / Table 2

**Сравнение теоретических и эмпирических оценок различия и проверка  
линейности расположения экспрессий**  
**Comparison of theoretical and empirical estimates of differences and verification  
of the linearity of the expressions location**

| Базовая экспрессия 1 /<br>Basic expression 1  | Теоретические (сверху)<br>и эмпирические (снизу)<br>расстояния / Theoretical<br>(above) and empirical (under)<br>distances | Переходная экспрессия /<br>Transitional expression | Теоретические (сверху)<br>и эмпирические (снизу)<br>расстояния / Theoretical<br>(above) and empirical (under)<br>distances | Базовая экспрессия 2 /<br>Basic expression 2 | Сумма эмпирических рас-<br>стояний и р-уровень при на-<br>рушении линейности / Sum of<br>empirical distances and p-level<br>when linearity is violated |
|---|--|--|--|--|--|
| <b>Переходный ряд «спокойствие — удивление» / Transitional row “neutral — surprise”</b> |  |  |  |  |  |
| Уд0-Спок100 /<br>Su0-Ne100  | 6,3 — общее расстояние / total distance  |  |  | Уд100-Спок0 /<br>Su100-Ne0                   | 6,3  |
| Уд0-Спок100 /<br>Su0-Ne100  | 1,26   | Уд20-Спок80 /<br>Su20-Ne80                         | 5,04   | Уд100-Спок0 /<br>Su100-Ne0                   | 6,725  |
|   | 1,45   |  | 5,275  |  |  |
| Уд0-Спок100 /<br>Su0-Ne100  | 2,52   | Уд40-Спок60 /<br>Su40-Ne60                         | 3,78   | Уд100-Спок0 /<br>Su100-Ne0                   | 6,7  |
|   | 3,2  |  | 3,5  |  |  |
| Уд0-Спок100 /<br>Su0-Ne100  | <b>3,78</b>  | Уд60-Спок40 /<br>Su60-Ne40                         | 2,52   | Уд100-Спок0 /<br>Su100-Ne0                   | <b>7,2</b><br><b>(p = 0,043)</b>   |
|   | <b>4,55(p = 0,016)</b>   |  | 2,65   |  |  |
| Уд0-Спок100 /<br>Su0-Ne100  | <b>5,04</b>  | Уд80-Спок20 /<br>Su80-Ne20                         | <b>1,26</b>  | Уд100-Спок0 /<br>Su100-Ne0                   | <b>7 (p = 0,05)</b>  |
|   | <b>6,1 (p = 0,002)</b>   |  | <b>0,9 (p = 0,001)</b>   |  |  |



| Базовая экспрессия 1 /<br>Basic expression 1                                    | Теоретические (сверху) и эмпирические (снизу) расстояния / Theoretical (above) and empirical (under) distances |                             | Переходная экспрессия /<br>Transitional expression | Теоретические (сверху) и эмпирические (снизу) расстояния / Theoretical (above) and empirical (under) distances | Базовая экспрессия 2 /<br>Basic expression 2 | Сумма эмпирических расстояний и p-уровень при нарушении линейности / Sum of empirical distances and p-level when linearity is violated |
|---|--|-----------------------------|--|--|--|--|
| Переходный ряд «спокойствие – радость» / Transitional row “neutral – happiness” |  |                             |  |  |  |  |
| Рад0-Спок100 /<br>Ha0-Ne100   | 5,825 – общее расстояние / total distance  |                             |  | Рад100-Спок0 /<br>Ha100-Ne0  | 5,825  |  |
| Рад0-Спок100 /<br>Ha0-Ne100   | 1,165  | Рад20-Спок80 /<br>Ha20-Ne80 | 4,66   | Рад100-Спок0 /<br>Ha100-Ne0  | 5,525  |  |
|   | 2,05   |                             | 3,47<br>(p = 0,001)                                |  |  |  |
| Рад0-Спок100 /<br>Ha0-Ne100   | 2,33   | Рад40-Спок60 /<br>Ha40-Ne60 | 3,495  | Рад100-Спок0 /<br>Ha100-Ne0  | 6,775<br>(p = 0,037)                         |  |
|   | 4,375<br>(p < 0,001)   |                             | 2,4 (p = 0,007)                                    |  |  |  |
| Рад0-Спок100 /<br>Ha0-Ne100   | 3,495  | Рад60-Спок40 /<br>Ha60-Ne40 | 2,33   | Рад100-Спок0 /<br>Ha100-Ne0  | 6,575<br>(p = 0,057)                         |  |
|   | 5,925<br>(p < 0,001)   |                             | 0,65<br>(p < 0,001)                                |  |  |  |
| Рад0-Спок100 /<br>Ha0-Ne100   | 4,66   | Рад80-Спок20 /<br>Ha80-Ne20 | 1,165  | Рад100-Спок0 /<br>Ha100-Ne0  | 6,3  |  |
|   | 5,9<br>(p < 0,001)   |                             | 0,4<br>(p < 0,001)                                 |  |  |  |
| Переходный ряд «радость – удивление» / Transitional row “happiness – surprise”  |  |                             |  |  |  |  |
| Рад100-Уд0 /<br>Ha100-Su0   | 6,275 – общее расстояние / total distance  |                             |  | Рад0-Уд100 /<br>Ha0-Su100  | 6,275  |  |
| Рад100-Уд0 /<br>Ha100-Su0   | 1,225  | Рад80-Уд20 /<br>Ha80-Su20   | 5,02   | Рад0-Уд100 /<br>Ha0-Su100  | 6,9  |  |
|   | 0,9 (p = 0,002)  |                             | 6 (p = 0,078)                                      |  |  |  |
| Рад100-Уд0 /<br>Ha100-Su0   | 2,51   | Рад60-Уд40 /<br>Ha60-Su40   | 3,765  | Рад0-Уд100 /<br>Ha0-Su100  | 6,7  |  |
|   | 2,225<br>(p = 0,016)   |                             | 4,475<br>(p = 0,017)                               |  |  |  |
| Рад100-Уд0 /<br>Ha100-Su0   | 3,765  | Рад40-Уд60 /<br>Ha40-Su60   | 2,51   | Рад0-Уд100 /<br>Ha0-Su100  | 6,775  |  |
|   | 4,125  |                             | 2,65   |  |  |  |
| Рад100-Уд0 /<br>Ha100-Su0   | 5,02   | Рад20-Уд80 /<br>Ha20-Su80   | 1,225  | Рад0-Уд100 /<br>Ha0-Su100  | 6,575  |  |
|   | 5,15   |                             | 1,425  |  |  |  |

### Анализ линейности расположения экспрессий

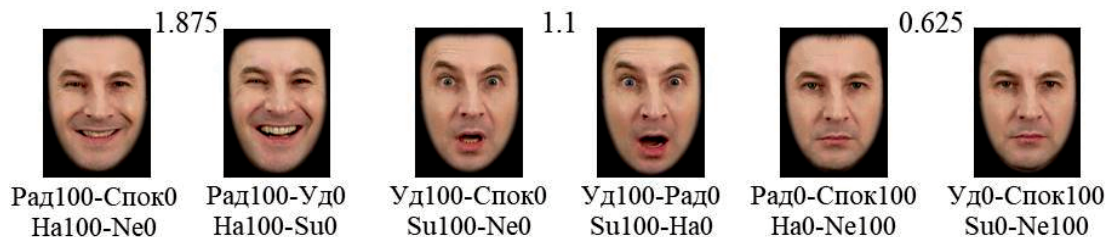
Для проверки гипотезы о линейном расположении экспрессий сумма оценок различия в парах «первая базовая экспрессия – переходная экспрессия» и «переходная экспрессия – вторая базовая экспрессия» сравнивалась с общим расстоянием между базовыми экспрессиями данного ряда (табл. 2, столбец 6). Анализ проводился с помощью Т-критерия Уилкоксона. Значимые нарушения линейности расположения экспрессий выявлены в ряду «спокойствие – радость» (общее расстояние 5,825) при переходе через экспрессию Рад40-



Спок60 (6,775,  $p = 0,037$ ) и на уровне тенденции через Рад60-Спок40 (6,575,  $p = 0,057$ ), а также в ряду «спокойствие — удивление» (общее расстояние 6,3) при переходе через экспрессии Уд60-Спок40 (7,2,  $p = 0,043$ ) и Уд80-Спок20 (7,  $p = 0,05$ ). В ряду «радость — удивление» линейность сохраняется во всех переходах.

### ***Расстояния между вариантами одной экспрессии***

Оценки различия для вариаций одной эмоции приведены на рис. 6. Расстояние между экспрессиями сильной радости составляет 1,875, удивления — 1,1, нейтральными лицами — 0,625.



**Рис. 6.** Сравнение вариаций одной эмоции из разных переходных рядов

**Fig. 6.** Comparison of variations of the same emotion from different transitional rows

### ***Результаты постэкспериментального интервью***

Анализ постэкспериментального интервью, в первую очередь, был направлен на выявление, какие характеристики лица учитывались испытуемыми при оценке сходства. Было выделено два типа признаков: эмоциональные (состояние натурщика) и физические (мимика, особенности расположения бровей, глаз, рта, морщин и т. п.). По данным вербальных отчетов можно выделить следующие категории испытуемых:

- 1) учитывали только эмоции (1 человек, 2,5% выборки),
- 2) учитывали только физические признаки (1 человек, 2,5%),
- 3) в большей мере учитывали эмоции, но обращали внимание и на физические признаки (7 человек, 17,5%),
- 4) в большей мере учитывали физические признаки, но обращали внимание и на эмоции (16 человек, 40%)
- 5) учитывали эмоции и физические признаки в равной мере (15 человек, 37,5%).

Дополнительно следует отметить, что двое испытуемых (5%) обратили внимание на переходность одного состояния в другое и наличие смешанных эмоций. Двое (5%) использовали термины «положительных — негативных» эмоций, что говорит о выделении измерения валентности при восприятии экспрессий.

### ***Обсуждение результатов***

По данным постэкспериментальных отчетов большинство участников объясняли выбор оценок сходства в терминах перцептивных характеристик лиц и категорий эмоций. В целом описываемые испытуемыми детали экспрессий радости и удивления согласуются с результатами анализа вербализаций из предшествующих экспериментов (Носуленко, Басюл, Жегалло, 2024).

Реконструированное пространство представляет собой треугольник, в котором сильные эмоции находятся ближе к углам, а переходные экспрессии — на гранях. Оси X и Y



могут соответствовать измерениям приятности и активации соответственно. При этом экспрессии Рад100-Спок0 и Уд100-Спок0 располагаются ниже Рад100-Уд0 и Рад0-Уд100 по шкале активации и, вероятно, воспринимаются как часть переходного ряда от спокойствия до сильных эмоций смешанного ряда. Однако показатель соответствия модели stress-1 имеет относительно высокое значение (0,181 при идеальном значении 0). В данном случае это может быть связано как с недостаточным качеством реконструкции, так и с большим объемом выборки и количеством сравниваемых объектов (Mair, Borg, Rusch, 2016).

Сравнение теоретических и эмпирических оценок сходства выявило тенденцию к преувеличению различий между переходными экспрессиями и спокойным лицом и недооценке таковых между переходными и сильными эмоциями. Этот результат может быть проявлением эффекта перцептивного притяжения к прототипу. Более сильные смещения характерны для экспрессий радости в сравнении с удивлением. Кроме того, в ряду «радость — удивление» также наблюдаются смещения в сторону радости. Вероятно, данные экспрессии обладают различной силой перцептивного притяжения, вследствие чего сдвиги в сторону радости встречаются чаще и выражены больше (Жегалло, 2018). Другое объяснение может быть связано с механизмом возникновения эффекта перцептивного притяжения. В соответствии с моделью категориальной подстройки (Huttenlocher, Hedges, Vevea, 2000) при восприятии объекта сначала происходит категоризация, затем оценка расстояния до центра категории (как правило, приуменьшенная). Эмоция радости распознается быстрее при слабых проявлениях, чем удивление, в связи с чем эффект перцептивного притяжения для нее оказывается более выраженным.

Ввиду описанных выше смещений сумма расстояний от переходной экспрессии до каждой из базовых существенно превышает общее расстояние между базовыми эмоциями, что ведет к нарушению линейности в переходах Рад40-Спок60, Рад60-Спок40, Уд60-Спок40, Уд80-Спок20. Соответственно, данные экспрессии располагаются вдоль кривой, огибающей прямую от спокойствия до сильной эмоции, снаружи. Этот результат не согласуется с проведенным ранее экспериментом (Жегалло, 2023), в котором в ряду «спокойствие — радость 40% — радость 100%» не было выявлено нарушений линейности. Обнаруженные различия могут быть связаны с разным контекстом сравнения экспрессий в двух экспериментах. В полных переходных рядах отклонения от прямой линии проявляются чаще, чем среди всех 7 базовых эмоций. Влияние стимульного набора на оценки сходства и расположение экспрессий может осложнить реконструкцию полного перцептивного пространства путем соединения отдельных «треугольников» экспрессий через общие грани. Например, если один и тот же переходный ряд в одном треугольнике будет искривлен в одну сторону, а в другом треугольнике — в противоположную, соединение пространства через эту линию станет возможным только через усреднение координат точек, что приведет к некоторым неточностям реконструкции. К тем же последствиям может привести изменение соотношения силы перцептивного притяжения. Если в одном контексте данная эмоция обладала большей силой, а в другом — меньшей, то величина и направленность смещений переходных экспрессий может так же измениться.

Сравнение вариаций базовых экспрессий показало, что сильные радость и удивление из разных переходных рядов оцениваются как различные более чем на единицу — следовательно, воспринимаются скорее как разные выражения. Величина различий между нейтральными лицами (0,625) может считаться разрешающей способностью метода прямого



сравнения. Данные фотографии практически не отличаются, поэтому обнаруженные между ними различия представляются минимально возможными. Выявленная величина может применяться в моделировании оценок различия или для повышения точности stress-1. При расчете stress-1 могут быть наложены ограничения, при которых погрешность, равная единице (округленное значение 0,625), будет определяться как дополнительная степень свободы, при которой будет получен более точный показатель соответствия модели.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности применения задачи прямого сравнения для реконструкции полного перцептивного пространства эмоциональных экспрессий лица путем сбора данных на отдельных «треугольниках». Следующий шаг заключается в присоединении четвертой базовой экспрессии к имеющейся фигуре. Для этого планируется получить матрицу различий для трех переходных рядов, один из которых уже состоит в треугольнике. Предполагается привлечь ряды «спокойствие — удивление — отвращение — спокойствие». Выбор отвращения обусловлен тем, что данная эмоция в ранее созданных моделях находится на противоположном от радости полюсе оси приятности и не попадает в одно измерение с удивлением. В таком контексте представляется возможным выяснить, насколько изменится оценка расстояний между экспрессиями в ряду «спокойствие — удивление» при замещении единственной положительной эмоции на диаметрально противоположную. В случае если будут обнаружены существенные различия, необходимо продумать процедуру таким образом, чтобы влияние контекста сравнения было постоянным и универсальным для всех последующих треугольников экспрессий.

Второй нерешенный вопрос связан с выбором размерности полного пространства. Традиционно соответствие модели многомерного шкалирования оценивается с помощью показателя stress-1, который в идеальной реконструкции равен нулю. Однако по мере увеличения количества измерений его значение закономерно снижается. Этот эффект существенно затрудняет выбор оптимального количества измерений. С геометрической точки зрения, для описания фигуры с тремя вершинами достаточно одной плоскости (двумерного пространства). Для фигуры с четырьмя вершинами это решение не будет столь простым, поскольку она может быть как двумерной (различные четырехугольники), так и трёхмерной (треугольная пирамида). В случае с экспрессиями в настоящее время собран треугольник с вершинами из эмоций радости, удивления и спокойствия. Следующим шагом необходимо присоединение следующей эмоции, что добавит четвертую точку к имеющейся фигуре. Расположение этой вершины тесно связано с выбором количества измерений. Если модель является двумерной, то четвертая экспрессия достроит фигуру до плоского четырехугольника. В трехмерном пространстве четвертая экспрессия может стать вершиной пирамиды. Однако при соединении треугольников только с помощью основания расстояние между вершинами, лежащими напротив этого основания, остается неизвестным. Один из путей решения этой проблемы заключается в добавлении в следующие эксперименты изображений базовых эмоций, которые не входят в целевой треугольник. Например, при сравнении рядов «спокойствие — удивление — отвращение — спокойствие» в эксперимент должны быть включены экспрессии радости, гнева, страха и печали. Неизменное присутствие всех базовых эмоций, с одной стороны, позволяет оценить расстояние между всеми вершинами, что необходимо для реконструкции трехмерного пространства. С другой, это создает относительно постоянный контекст сравнения, который, возможно, поможет стабилизировать





оценки сходства в одних и тех же переходных рядах при их включении в разные треугольники. Введение четырех дополнительных экспрессий увеличивает количество пар сравнений с 153  $((18*18-18)/2)$  до 231  $((22*22-22)/2)$ . Такой объем утомителен для испытуемых, в связи с чем потребуются небольшой перерыв в середине процедуры.

### Заключение

Результаты проведенного эксперимента демонстрируют принципиальную возможность применения задачи прямого сравнения в отношении полных переходных рядов эмоциональных экспрессий и ее достаточную эффективность в реконструкции общего перцептивного пространства. Представляется возможным получить общую модель из всех базовых и переходных экспрессий, собирая данные на отдельных переходных рядах, образующих треугольники. В ближайшем будущем планируется проведение эксперимента, включающего переходные ряды «спокойствие — отвращение — удивление — спокойствие». В данных рядах присутствует общая сторона в виде экспрессий ряда «спокойствие — удивление». Соединение отдельных моделей планируется за счет преобразования координат экспрессий в пространстве. Пусть треугольник «спокойствие — радость — удивление — спокойствие» является основой. В это пространство добавляется модель «спокойствие — отвращение — удивление — спокойствие». Далее координаты добавленной модели смещаются таким образом, чтобы экспрессия Уд100-Спок0 обеих моделей оказалась в одной точке. Затем вторая реконструкция вращается вокруг точки Уд100-Спок0 до тех пор, пока не будет найдено кратчайшее среднее расстояние между общими экспрессиями моделей. Присоединение следующих треугольников осуществляется по описанному алгоритму через общие точки.

**Ограничения.** Ограничения данного исследования связаны с используемым стимульным материалом. Полученная реконструкция описывает пространство естественных переходных рядов экспрессий одного натурщика. На данный момент нам не известны другие базы фотоизображений естественных переходных выражений, с помощью которых можно было бы проверить выдвинутые гипотезы. В связи с этим перенос результатов на другие стимулы должен производиться с осторожностью.

**Limitations.** The limitations of this study are related to the stimulus material used. The resulting reconstruction describes the space of natural transitional expressions of a single person. Currently, we do not know other databases of natural transitional expressions that could be used to test our hypotheses. Therefore, generalizing the results to other stimuli should be done with caution.

### Список источников / References

1. Барабанщиков, В.А., Жегалло, А.В., Королькова, О.А. (2016). *Перцептивная категоризация выражений лица*. М.: Когито-Центр.  
Barabanshikov, V.A., Zhegallo, A.V., Korolkova, O.A. (2016). *Perceptual categorization of facial expressions*. Moscow: Cogito-center. (In Russ.).
2. Жегалло, А.В. (2023). Задача сравнения эмоциональных экспрессий: особенности восприятия степени различий. В: *Материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения В.Ю. Крылова*. Москва, 26–27 октября 2023 (с. 286–291). М: Изд-во «Институт психологии РАН».



- Zhegallo, A.V. (2023). The task of comparing emotional expressions: specific of perception of the degree of differences. In: *Proceedings of the international scientific conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of V.Yu. Krylov. Moscow, October 26–27, 2023* (pp. 286–291). Moscow: Publishing House Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. (In Russ.).
3. Жегалло, А.В. (2021). Прямое сравнение изображений: границы применимости «дискретной» и «многомерной» моделей восприятия эмоциональных экспрессий. *Экспериментальная психология*, 14(2), 37–52. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2021140203>
- Zhegallo, A.V. (2021). Direct Image Comparison: The Boundaries of Applicability of the “Discrete” and “Multidimensional” Models of Perception of Emotional Expressions. *Experimental Psychology (Russia)*, 14(2), 37–52. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/exppsy.2021140203>
4. Жегалло, А.В., Басюл, И.А. (2023). Процесс сравнения изображений эмоциональных экспрессий. *Российский психологический журнал*, 20(2), 106–121. <https://doi.org/10.21702/rpj.2023.2.7>
- Zhegallo, A.V., Basyul, I.A. (2023). The process of comparing images of emotional expressions. *Russian psychological journal*, 20(2), 106–121. (In Russ.). <https://doi.org/10.21702/rpj.2023.2.7>
5. Жегалло, А.В. (2018). Эффект перцептивного притяжения при различении базовых эмоциональных экспрессий. В: В.В. Знаков, А.Л. Журавлев (Ред.), *Психология человека как субъекта познания, общения и деятельности* (с. 976–983). М.: Изд-во «Институт психологии РАН».
- Zhegallo, A.V. (2018). Perceptual magnet effect in distinction in basic emotional expressions, In: V.V. Znakov, A.L. Juravlev (Eds.), *Psychology of human as a subject of knowledge, communication and activity* (pp. 976–983). Moscow: Publishing House Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. (In Russ.).
6. Королькова, О.А. (2014). Перцептивное пространство и предикторы различения эмоциональных экспрессий лица. *Российский журнал когнитивной науки*, 1(4), 82–97.
- Korolkova, O.A. (2014). Perceptual Space and Predictors of Emotional Facial Expression Discrimination. *The Russian Journal of Cognitive Science*, 1(4), 82–97. (In Russ.).
7. Куракова, О.А. (2012). Создание новой базы фотоизображений естественных переходов между базовыми эмоциональными экспрессиями лица. В: В.А. Барабанщиков, А.А. Демидов, Д.А. Дивеев (Ред.), *Лицо человека как средство общения: Междисциплинарный подход* (с. 287–309), М.: Когито-Центр; Институт психологии РАН.
- Kurakova, O.A. (2012). Creating a new base of photo images of natural transitions between basic emotional facial expressions. In: V.A. Barabanshikov, A.A. Demidov, D.A. Diveev (Eds.), *The Human Face as a Means of Communication: An Interdisciplinary Approach* (pp. 287–309). Moscow, Cogito-center. (In Russ.).
8. Носуленко, В.Н., Басюл, И.А., Жегалло, А.В. (2024). Соотношение мимических и аффективных характеристик в вербальном сравнении лиц. *Экспериментальная психология*, 17(2), 29–51. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2024170202>
- Nosulenko, V.N., Basyul, I.A., Zhegallo, A.V. (2024). Relationship of Mimic and Affective Characteristics in Verbal Comparison of Faces. *Experimental Psychology (Russia)*, 17(2), 29–51. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/exppsy.2024170202>
9. Самойленко, Е.С. (2010). *Проблемы сравнения в психологическом исследовании*. М.: Изд-во «Институт психологии РАН».
- Samoylenko, E.S. (2010). *Problems of comparison in psychological research*. Moscow: Publishing House Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. (In Russ.).
10. Bimler, D., Kirkland, J. (2001). Categorical perception of facial expressions of emotion: Evidence from multidimensional scaling. *Cognition and Emotion*, 15(5), 633–658. <https://doi.org/10.1080/02699930126214>
11. Bimler, D., Kirkland, J. (1997). Multidimensional scaling of hierarchical sorting data applied to facial expressions. *Scandinavian Journal of Psychology*, 38, 349–357. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.00045>
12. Bimler, D., Paramei, G.V. (2006). Facial-Expression Affective Attributes and their Configural Correlates: Components and Categories. *The Spanish Journal of Psychology*, 9(1), 19–31. <https://doi.org/10.1017/s113874160000593x>



13. Calder, A.J., Young, A.W., Perrett, D.I., Etcoff, N.L., Rowland, D. (1996). Categorical perception of morphed facial expressions. *Visual Cognition*, 3(2), 81–117. <https://doi.org/10.1080/713756735>
14. Dawson, M.R.W. (2015). *Computing The Fit Of An MDS Solution Using R*. URL: <https://cognitionandreality.blogspot.com/2015/04/computing-fit-of-mds-solution-using-r.html> (viewed: 18.08.2024).
15. De Leeuw, J., Mair, P. (2009). Multidimensional scaling using majorization: The R package smacof. *Journal of Statistical Software*, 31(3), 1–30. <https://doi.org/10.18637/jss.v031.i03>
16. Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3-4), 169–200. <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
17. Etcoff, N.L., Magee, J.J. (1992). Categorical perception of facial expressions. *Cognition*, 44(3), 227–240. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90002-y](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90002-y)
18. Huttenlocher, J., Hedges, L.V., Vevea, J.L. (2000). Why do categories affect stimulus judgment? *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(2), 220–241.
19. Mair, P., Borg, I., Rusch, T. (2016). Goodness-of-Fit Assessment in Multidimensional Scaling and Unfolding. *Multivariate Behavioral Research*, 51(6), 772–789. <https://doi.org/10.1080/00273171.2016.1235966>
20. Peirce, J.W. (2007). PsychoPy – Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1-2), 8–13.
21. R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. URL: <https://www.R-project.org> (viewed: 12.07.2020).
22. RStudio Team (2016). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA. URL: <https://www.rstudio.com/> (viewed: 12.07.2020).
23. Russell, J., Barrett, L. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant. *Journal of personality and social psychology*, 76(5), 805–819.
24. Russell, J.A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145–172. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.110.1.145>
25. Russell, J.A., Bullock, M. (1985). Multidimensional Scaling of Emotional Facial Expressions: Similarity from Preschoolers to Adults. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(5), 1290–1298.
26. Schlosberg, H. (1941). A scale for the judgment of facial expressions. *Journal of Experimental Psychology*, 29, 497–510.

### Информация об авторе

Арина Дмитриевна Фомичева, аспирант лаборатории психологии познавательных процессов и математической психологии, Институт психологии Российской академии наук (ФГБУН ИП РАН), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2622-1816>, e-mail: fomar1999@mail.ru

### Information about the author

Arina D. Fomicheva, Postgraduate Student, Laboratory of Psychology of Cognitive Processes and Mathematical Psychology, Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2622-1816>, e-mail: fomar1999@mail.ru

### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила в редакцию 16.10.2024

Поступила после рецензирования 21.04.2025

Принята к публикации 02.06.2025

Опубликована 30.12.2025

Received 2024.10.16

Revised 2025.04.21

Accepted 2025.06.02

Published 2025.12.30