



РАСПОЗНАВАНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИ ЭКСПОНИРУЕМЫХ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ЭКСПРЕССИЙ

ЖЕГАЛЛО А.В.*, *Институт психологии РАН, Москва, Россия,*
e-mail: zhegs@mail.ru

Настоящее исследование было посвящено изучению специфики распознавания базовых эмоциональных экспрессий в условиях периферически экспонируемых изображений лица при времени экспозиции меньшем, чем длительность латентного периода саккады в направлении экспонируемого изображения. Показано, что в условиях распознавания периферическим зрением воспроизводятся ранее известные закономерности выбора ошибочных ответов. Для экспрессий страха, гнева и удивления характерно взаимное ошибочное распознавание. При ухудшении условий распознавания в комплекс взаимно ошибочно идентифицируемых экспрессий включаются спокойное выражение лица и горе. Особое внимание необходимо обратить на идентификацию экспрессии радости, которая может ошибочно оцениваться как другие выражения лица, но другие экспрессии никогда не распознаются как радость. Индивидуальная точность решения задачи широко варьирует (от 0.29 до 0.80). Достаточным условием высокой точности решения оказывается демонстрируемое некоторыми участниками распознавание эмоциональных экспрессий по фотоизображению лица периферическим зрением без выполнения саккады в направлении экспонируемого изображения.

Ключевые слова: эмоциональные экспрессии, восприятие, периферическое зрение, движения глаз, структура ошибочных ответов.

Введение

Данная работа является продолжением ранее выполненного исследования (Барабанчиков, Жегалло, 2013). Изучение особенностей распознавания экспрессий лица в ближней периферии зрительного поля показало, что максимально высокая точность решения задачи достигается в случае, когда наблюдатель успевает выполнить саккаду в направлении периферически экспонируемого изображения. При этом длительность латентного периода саккады зависит от условий экспозиции, минимальное ее значение — 150 мс — достигается при максимальной величине эксцентриситета — 10°. Таким образом, при времени экспозиции изображений 200 мс создаваемые в эксперименте условия восприятия обеспечивали достаточно высокую точность распознавания эмоциональных экспрессий.

Следующим логическим шагом в продолжение данного исследования является изучение особенностей распознавания эмоциональных экспрессий в условиях, когда наблю-

Для цитаты:

Жегалло А.В. Распознавание периферически экспонируемых эмоциональных экспрессий // Экспериментальная психология. 2018. Т. 11. № 2. С. 16—33. doi:10.17759/exppsy.2018110202

* *Жегалло А.В.* Кандидат психологических наук, научный сотрудник, Институт психологии РАН. E-mail zhegs@mail.ru



датель заведомо не успеваает выполнить саккаду в направлении периферически экспонируемого изображения. При этом распознавание изображений будет выполняться исключительно периферическим полем зрения.

Методика

В качестве стимульного материала использовались фотоизображения базовых экспрессий мужского лица (натурщик JJ) из набора POFA (Экман, 2010) — радости, гнева, страха, удивления, горя, отвращения, а также выражения спокойного лица. Угловые размеры изображений составляли $4.6^\circ \times 6.6^\circ$. Фотографии предъявлялись на 19" ЭЛТ-мониторе ViewSonic 90Gf, расположенном на расстоянии 58 см от глаз испытуемого. Размеры экрана: 37×27 см, разрешение — 1024×768 пикселей, частота кадровой развертки — 100 Гц.

Изображения лиц натурщиков с выражением базовых экспрессий экспонировались по центру экрана, а также со смещением на 10° влево, вправо, вверх и вниз в соответствии со следующей процедурой: комбинация из 7 эмоциональных экспрессий \times 5 позиций смещения изображения образует в итоге 35 экспериментальных ситуаций/событий (ЭС), каждая ЭС повторяется 4 раза; таким образом, каждый испытуемый должен был осуществить распознавание базовых эмоций в 140 ЭС. Каждая проба начиналась с предъявления центральной фиксационной точки (диаметр $0,8^\circ$), которую испытуемый должен был фиксировать на протяжении 1 с. Далее следовал нейтральный серый фон (время экспозиции 150 мс), после чего экспонировалось целевое изображение, продолжительность экспозиции — 140 мс. После изображения следовала шумовая маска (время экспозиции — 500 мс) и экран выбора ответа. Испытуемый с помощью мыши выбирал наиболее подходящий с его точки зрения вариант фотоизображения; подтверждение — клавишей «пробел». Регистрация движений глаз выполнялась с помощью айтрекера SMI High Speed монокулярно, частота регистрации 500 Гц. Предъявление стимульного материала выполнялось с помощью доработанной версии ПО RxLab (Жегалло, 2016). Дополнительный контроль времени экспозиции целевого изображения проводился путем вывода серии оптических стробов в левой нижней зоне экрана; на смену стробов на штатные синхронизирующие входы айтрекера подавались TTL-сигналы (Исаков, Жегалло, 2014).

В эксперименте участвовали студенты московских вузов, 78 человек с нормальным или скорректированным до нормального зрения, 25 мужчин и 53 женщины, средний возраст 22,8 года. При подготовке анализа айтрекинговых данных из выборки было исключено 10 человек (технические проблемы с записью движений глаз и точным контролем времени экспозиции). Для каждой ЭС строилась временная развертка движений глаз с нанесением временных отметок, соответствующих интервалу предъявления целевого изображения и саккаде в направлении экспонируемого изображения. Детекция саккад выполнялась с использованием алгоритма I-VT, пороговая скорость — $50^\circ/\text{с}$. Для анализа отбирались безартефактные ЭС, в которых участники демонстрировали ожидаемый способ поведения, т. е. смотрели в центр экрана либо выполняли саккаду в направлении экспонируемого изображения. Из анализа исключались ЭС, в которых участники выполняли саккаду не в направлении экспонируемого изображения. Всего для анализа глазодвигательной активности было отобрано 9225 ЭС, принадлежащих 68 участникам, т. е. в среднем по 135 ЭС на участника.



Результаты

Точность распознавания лицевых экспрессий при различной локализации изображений лица

Средняя точность распознавания экспрессий составляет 0,65. Зависимость точности распознавания от эгоцентрического направления смещения экспонируемого лица в зрительном поле представлена на рис. 1. Максимальная точность решения достигается при экспозиции изображения в центральной зоне (0,96). При периферической экспозиции точность решения значительно ниже (критерий χ^2 ; $p < 0,001$). Для изображений, экспонируемых в левом и правом поле зрения, точность решения одинакова и составляет 0,68. Для верхнего (0,47) и нижнего (0,44) поля зрения точность решения значительно ниже, чем для левого и правого (критерий χ^2 ; $p < 0,001$). Статистические различия в точности решения между верхним и нижним полями зрения отсутствуют.

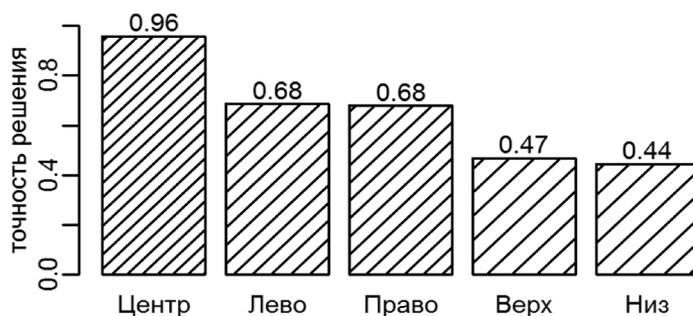


Рис. 1. Точность распознавания экспрессий в зависимости от эгоцентрического направления экспозиции лица. Различная плотность штриховки соответствует результатам, статистически различающимся между собой

Анализ взаимосвязи между точностью распознавания экспрессии и ее модальностью представлен на рис. 2. Минимальная точность распознавания (0,55) достигается для экспрессии страха; различия с другими модальностями (критерий χ^2): спокойное лицо $p=0,005$, другие экспрессии — $p < 0,001$. Средняя точность распознавания достигается для спокойного лица (0,6) и гнева (0,63); различия с другими модальностями: радость—гнев — $p=0,03$, горе—гнев — $p=0,001$, остальные — $p < 0,001$. Максимальная точность распознавания соответствует экспрессиям радости (0,66), горя (0,68), удивления (0,71), отвращения (0,69).



Рис. 2. Точность распознавания экспрессий в зависимости от модальности экспонируемого изображения. Различная плотность штриховки соответствует результатам, статистически различающимся между собой



Обобщенный анализ зависимости точности распознавания от модальности экспонируемого изображения и эгоцентрического направления смещения представлен на рис. 3. При распознавании спокойного выражения лица показатели точности решения задачи при смещении влево (0,64) и вправо (0,61) статистически не различаются. Также не различается точность решения при смещении вверх (0,43) и вниз (0,4). В то же время точность решения при смещении влево и вправо значимо выше, чем при смещении вверх и вниз ($p < 0,001$). Аналогичная закономерность: равно высокая точность решения при смещениях влево и вправо и равно низкая – при смещениях вверх и вниз наблюдается при восприятии экспрессий радости, горя, удивления, гнева и отвращения. Исключение составляет экспрессия страха. В этом случае точность различения при смещении влево (0,67) значимо выше ($p = 0,03$), чем при смещении вправо (0,58), а точность решения при смещении вниз (0,2) значимо ниже ($p < 0,001$), чем при смещении вверх (0,39).

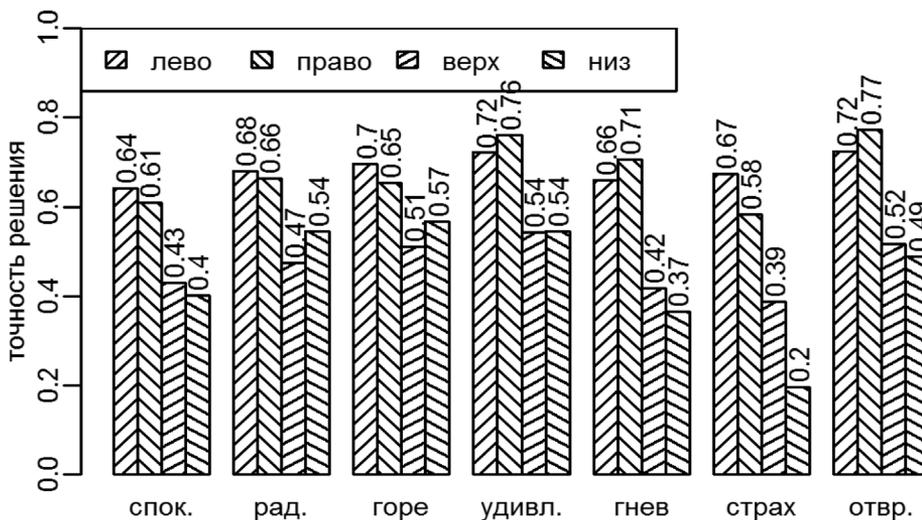


Рис. 3. Точность распознавания экспрессий в зависимости от модальности экспонируемого изображения и эгоцентрического направления экспозиции лица

С целью изучения динамики эффективности выполнения задачи серия из 140 ЭС на стадии подготовки эксперимента была разбита на 4 блока по 35 ЭС, урavnенных по модальностям экспонируемых изображений и эгоцентрическим направлениям экспозиции. Результаты приведены на рис. 4. Начальный этап выполнения задачи характеризуется минимальной точностью (0,58), различия со следующими этапами статистически значимы, (критерий χ^2 ; $p < 0,001$). На втором этапе точность решения возрастает (0,64), различия с аналогичными показателями на 3-м и 4-м этапах статистически значимы ($p=0,02$; $p < 0,001$ соответственно). Максимальная точность решения достигается на 3-м и 4-м этапах (0,68, 0,69 соответственно), различия статистически незначимы.

Анализ динамики эффективности выполнения задачи в зависимости от направления экспозиции приведен на рис. 5. При смещении влево точность решения на первых двух этапах статистически не различается (0,62, 0,67 соответственно). На третьем и четвертом этапах точность возрастает до 0,73, различие по сравнению с первым этапом, $p < 0,001$. При смещении вправо точность решения на первом этапе (0,58) значимо ниже, чем на втором (0,67), $p=0,003$. Показатели точности решения на третьем этапе (0,73) выше, чем на втором,

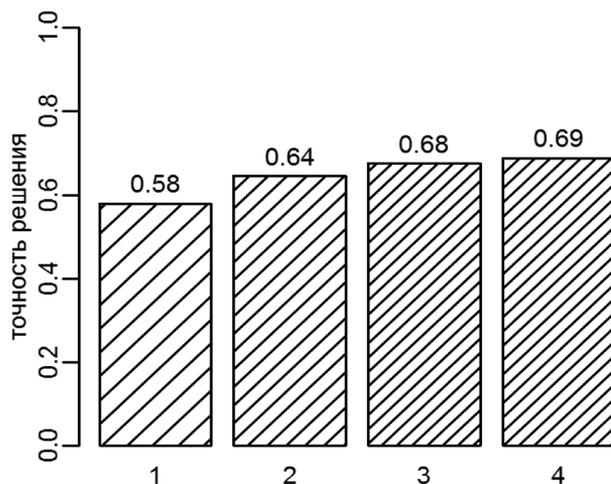


Рис. 4. Точность распознавания экспрессий в зависимости от стадии выполнения задания. Различная плотность штриховки соответствует результатам, статистически различающимся между собой

$p=0,05$; показатели точности решения на последних этапах статистически не различаются. При смещении вверх точность решения на первом этапе (0,38) значительно ниже, чем на втором (0,47), $p=0,002$. Точность решения на последних трех этапах статистически не различается. При смещении вниз точность решения на первом этапе (0,38) значительно ниже, чем на втором (0,46), $p=0,008$. Точность решения на последних трех этапах статистически не различается.

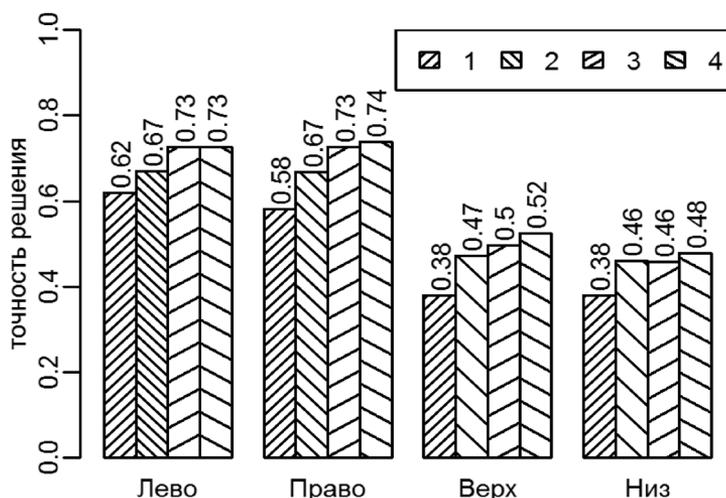


Рис. 5. Точность распознавания экспрессий в зависимости от стадии выполнения задания по направлениям. Различная плотность штриховки соответствует результатам, статистически различающимся между собой

Анализ динамики эффективности выполнения задачи в зависимости от модальности экспонируемого изображения приведен на рис. 6. При восприятии спокойного выражения лица показатели точности решения задачи на 1-м этапе (0,55) значительно ниже, чем на 3-м (0,64; $p=0,01$) и 4-м (0,63; $p=0,02$). Показатели точности решения при восприятии радостного выражения лица на 1-м этапе (0,52) значительно ниже, чем на последующих ($p < 0,001$).



Точность решения на 2-м этапе (0,67) значимо выше, чем на 4-м (0,74; $p=0,03$). При восприятии экспрессии горя точность решения на 1-м этапе (0,61) значимо ниже, чем на последующих ($p < 0,02$). Для экспрессии удивления точность решения на 1-м этапе (0,62) значимо ниже, чем на 2-м (0,7; $p=0,02$). Точность решения на 2-м этапе значимо ниже, чем на 4-м (0,79; $p=0,007$). При восприятии экспрессии гнева точность решения на 1-м этапе (0,58) значимо ниже, чем на 4-м (0,65; $p=0,03$). В ситуации распознавания экспрессии страха различия в показателях точности решения для разных этапов отсутствуют. И наконец, при распознавании экспрессии отвращения точность решения на 1-м этапе (0,63) значимо ниже, чем на последующих, $p \leq 0,02$.

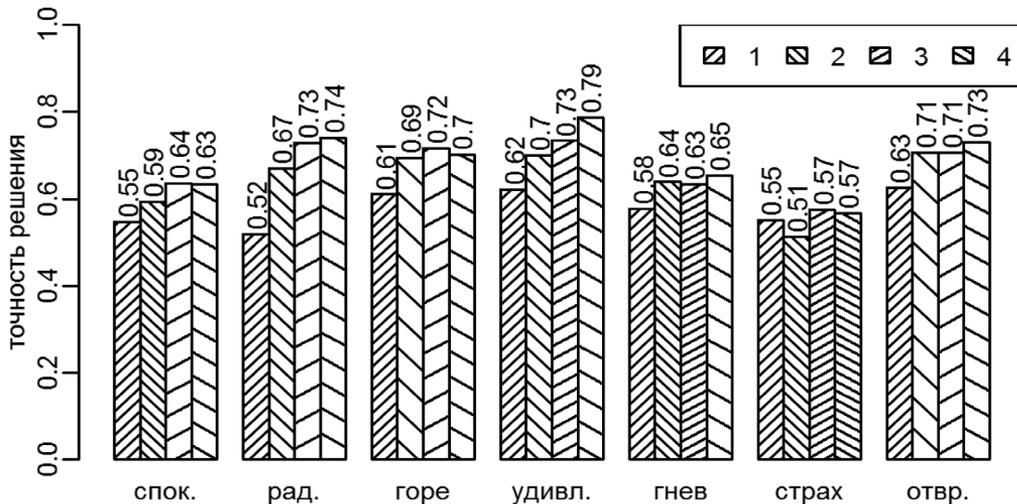


Рис. 6. Точность распознавания экспрессий в зависимости от стадии выполнения задания и модальности экспонируемого изображения. Различная плотность штриховки соответствует результатам, статистически различающимся между собой

Анализ длительности латентного периода саккад в направлении экспонируемого объекта приведен на рис. 7. Наименьшая длительность (140 мс) достигается для изображений, экспонируемых в правом и верхнем зрительных полях. Длительность латентного периода саккад в направлении изображения, экспонируемого в левом зрительном поле (142 мс), значимо выше ($p < 0,01$; критерий Манна–Уитни). Длительность латентного периода саккад в направлении изображения, экспонируемого в нижнем зрительном поле (152 мс), значимо выше, чем в левом ($p < 0,001$; критерий Манна–Уитни). Различия в показателях длительности латентного периода саккад в направлении изображений экспрессий различных модальностей отсутствуют.

Анализ амплитуд саккад в направлении экспонируемого объекта приведен на рис. 8. Максимальная амплитуда ($7,46^\circ$) достигается для изображений, экспонируемых в правом зрительном поле. При восприятии изображений, экспонируемых в левом поле, амплитуда значимо ниже ($7,31^\circ$; $p < 0,001$; критерий Манна–Уитни). В нижнем поле амплитуда меньше, чем в левом ($6,39^\circ$; $p < 0,001$), в верхнем — меньше, чем в нижнем ($5,62^\circ$; $p < 0,001$). Различия в амплитудах саккад в направлении изображений экспрессий различных модальностей отсутствуют.

Индивидуальная точность распознавания эмоции при периферическом экспонировании варьирует от 0,29 до 0,80. Сопоставление точности решения задачи и способа рассма-

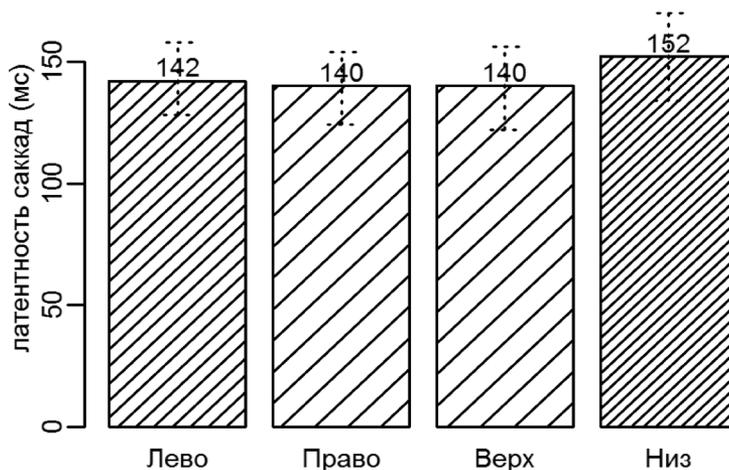


Рис. 7. Медианнные значения в мс и межквартильный размах («усы») в показателях длительности латентного периода саккад в направлении экспонируемого изображения для разных направлений экспозиции. Различная плотность штриховки соответствует результатам, статистически различающимся между собой

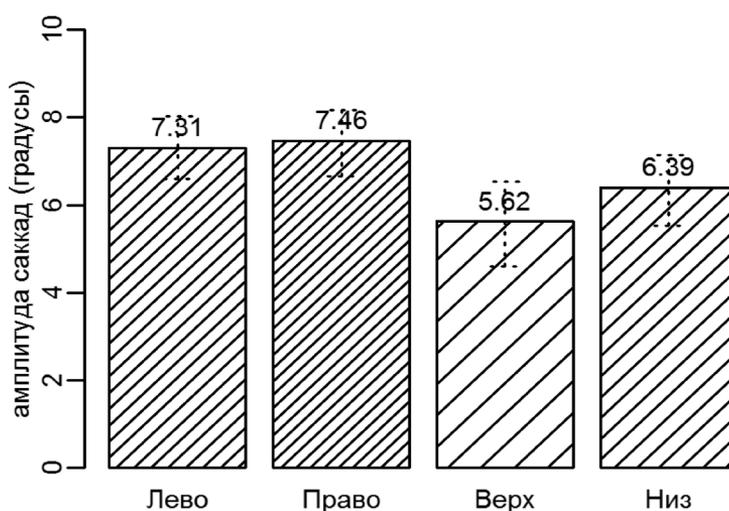


Рис. 8. Медианнные значения в градусах и межквартильный размах («усы») амплитуд саккад в направлении экспонируемого изображения для разных направлений экспозиции. Различная плотность штриховки соответствует результатам, статистически различающимся между собой

тривания экспонируемого изображения (рис. 9) показывает, что достаточным условием высокой индивидуальной точности решения задачи является отсутствие саккад в направлении экспонируемого изображения. Таким образом, выполнение саккады в направлении экспонируемого изображения, с одной стороны, и распознавание объекта периферическим зрением, с другой стороны, можно рассматривать как две конкурирующие задачи. Подавление саккады оставляет для выполнения лишь одну из конкурирующих задач зрительного восприятия, что повышает точность распознавания объекта периферическим зрением. Однако часть испытуемых все же могут одновременно выполнять обе конкурирующие задачи.



В заданных экспериментальных условиях механизм фовеального зрения оказывается незадействованным, 95% саккад в направлении экспонируемого изображения завершаются после его исчезновения. При этом сравнительный анализ не обнаруживает значимых различий между средней точностью распознавания периферически экспонируемых изображений в ситуациях с ранним завершением саккад и точностью решения аналогичной задачи в ситуациях с поздним завершением саккад и составляет в обоих случаях 0,57. Отсутствие различий в величинах длительности латентного периода и амплитудах саккад для изображений разных модальностей подтверждает, что в данных экспериментальных условиях распознавание целевых изображений происходит исключительно периферическим зрением до инициации саккады. Фовеальное зрение, как показано в ранее проводившемся нами исследовании (Барабанщиков, Жегалло, 2013), задействуется позже — на завершающем участке саккады и в ходе зрительной фиксации.

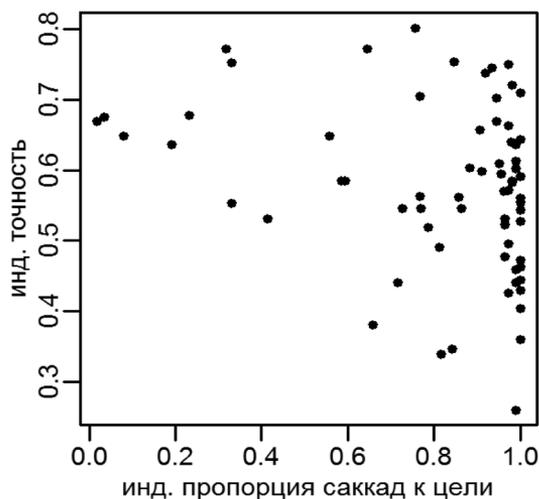


Рис. 9. Соотношение между индивидуальной точностью распознавания периферически экспонируемых изображений и пропорцией саккад в направлении экспонируемого изображения. Коэффициент корреляции Пирсона $r = -0,29$; $p = 0,02$

Анализ времени, затрачиваемого испытуемыми на распознавание различных экспрессий лица, указывает на то, что спокойное выражение лица, а также экспрессии радости, горя, удивления и отвращения характеризуются достаточно высокой скоростью оценки, причем статистические различия отсутствуют (медианные значения — 1726–1826 мс, критерий Краскала–Уоллеса; $p > 0,05$) (см. рис. 10). Длительность времени, затрачиваемого испытуемыми на распознавание экспрессий гнева (1896 мс) и страха (2184 мс), значимо больше (критерий Краскала–Уоллеса, $p < 0,001$).

По ходу выполнения задания медианное значение времени ответа последовательно снижается, составляя для первого блока из 35 ЭС 2656 мс, для второго — 1886 мс, для третьего — 1598 мс, для четвертого — 1495 мс. Все различия между блоками статистически значимы (критерий Манна–Уитни; $p < 0,001$).

Раздельный анализ времени распознавания как для верных, так и для неверных ответов (рис. 11) показывает, что для всех экспрессий длительность времени, затрачиваемого на ответ, в случае верного ответа значимо меньше, чем для неверного ответа (критерий



Рис. 10. Медианное значение времени ответа в миллисекундах и межквартильный размах («усы») времени реакции в зависимости от модальности экспонируемого изображения. Различная плотность штриховки соответствует результатам, статистически различающимся между собой

Манна—Уитни; $p < 0,001$). При этом минимальные различия в продолжительности времени распознавания как в случае верных, так и в случае неверных ответов наблюдаются для экспрессии страха (межвыборочный сдвиг 298 мс), максимальные — для экспрессии радости (966 мс). При этом длительность времени распознавания экспрессии радости в случае неверных ответов значимо выше, чем в случае распознавания других экспрессий (Критерий Краскала—Уоллеса; $p = 0,001$). Для остальных экспрессий длительность времени ответа для неверных ответов значимо не различается. В случае верных ответов максимальная длительность времени распознавания связана с экспрессией страха, средняя — для экспрессий горя, удивления и гнева, минимальная — для экспрессий радости, страха и отвращения.

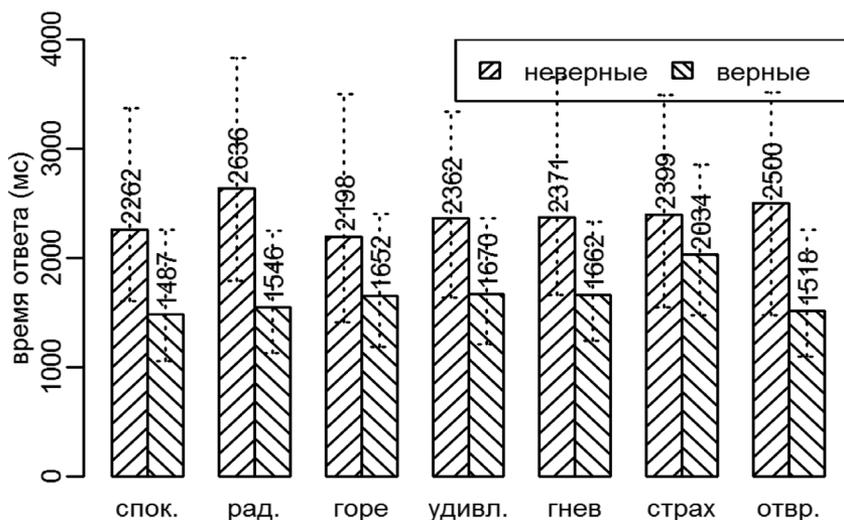


Рис. 11. Медианное значение времени ответа в миллисекундах и межквартильный размах («усы») времени реакции отдельно для верных и неверных ответов в зависимости от модальности экспонируемого изображения

Анализ структуры верных и ошибочных ответов при экспозиции изображений определенной модальности обнаруживает вполне, с нашей точки зрения, закономерные результаты (рис. 12). Экспрессии горя и отвращения смешиваются друг с другом. Также взаимно



ошибочно распознаются экспрессии страха, гнева и удивления. Страх также может распознаваться как спокойное лицо и горе. Спокойное лицо ошибочно распознается как горе; радость — как страх. Полученная структура отражает функциональные и конфигуративные связи между эмоциональными экспрессиями на этапе порождения образа экспрессии.

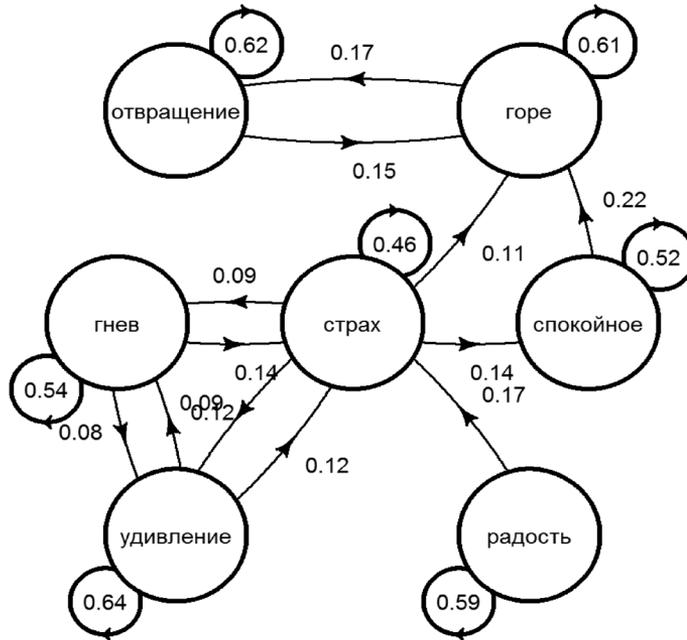


Рис. 12. Структура ответов для разных вариантов модальности экспонируемых изображений.

Стрелки на диаграмме соответствуют вариантам ответа для пары экспрессий, в распознавании которых у испытуемых обнаруживаются ошибки: экспонируемое изображение (с какой эмоции) — ответ (на какую). Приведены ответы с частотами выбора не менее 0,08

Результаты сравнительного анализа структуры верных и ошибочных ответов в первой половине выполнения задания (первые 70 ЭС, 1-й и 2-й этапы согласно рис. 4, 5, 6) и во второй половине (последние 70 ЭС, 3-й и 4-й этапы) представлены на рис. 13. В первой половине эксперимента снижена точность распознавания всех экспрессий; усилена консолидирующая роль экспрессии страха за счет двусторонней связи со спокойным лицом; нередко радость ошибочно распознается еще и как горе (частота выбора 0,09), отвращение распознается как гнев (0,08), гнев — как горе (0,08). Структура ответов во второй половине эксперимента идентична ранее описанной полной структуре (рис. 11).

Снижение точности решения задачи при экспозиции целевых изображений сверху и снизу по сравнению с экспозицией слева и справа (рис. 1, рис. 5) дает основания для проведения раздельного анализа структуры ответов при экспозиции изображений, смещенных влево—вправо и вверх—вниз (рис. 14). В случае смещения экспонируемых изображений по горизонтали структура оказывается относительно простой. Наблюдается взаимное ошибочное распознавание экспрессий гнева, страха и удивления; отвращения и горя. Спокойное лицо ошибочно распознается как горе, радость — как страх. При смещении по вертикали структура оказывается более сложной. Отвращение нередко распознается испытуемыми как гнев (частота выбора 0,1); гнев — как горе (0,11) и спокойное лицо (0,9); горе — как спокойное лицо (0,1); спокойное лицо — как страх (0,1); страх — как спокойное лицо (0,23) и горе (0,17); радость — как страх (0,14) и горе (0,11).

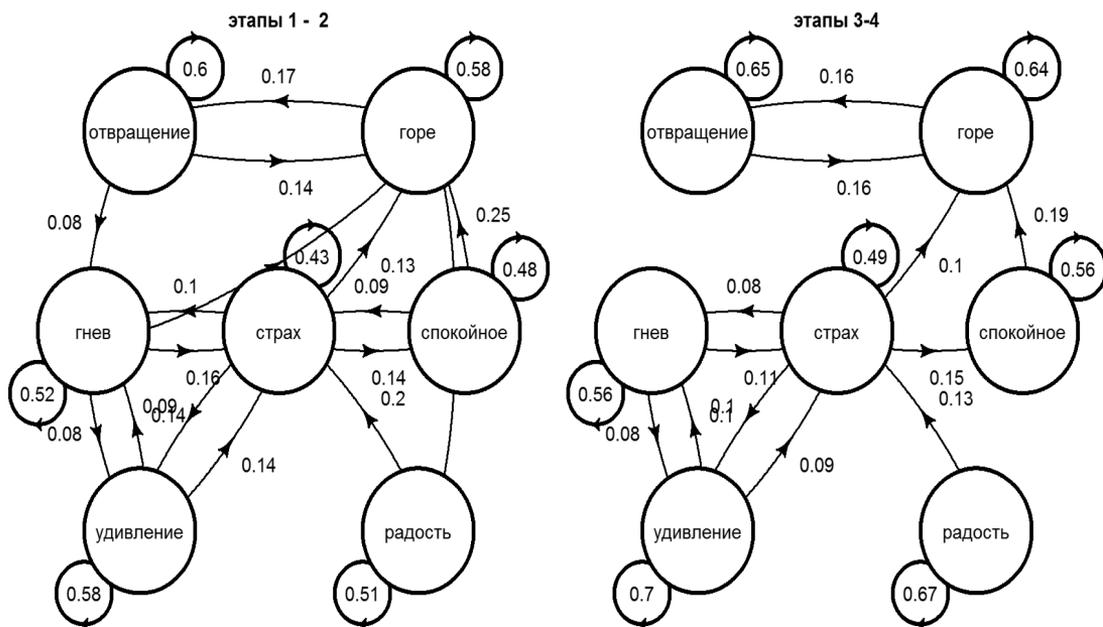


Рис. 13. Структура ответов для разных вариантов модальности экспонируемых изображений в первой и второй частях эксперимента. Стрелки на диаграмме соответствуют вариантам ответа для пары экспрессий, в распознавании которых обнаруживаются ошибки: экспонируемое изображение (с какой эмоцией) – ответ (на какую). Приведены ответы с частотами выбора не менее 0,08

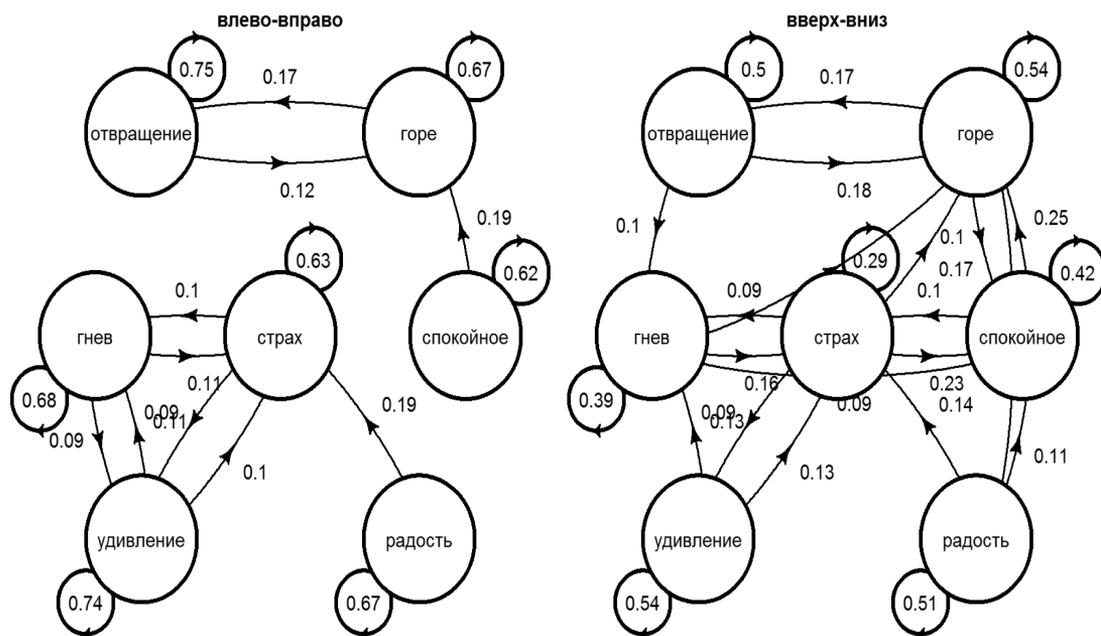


Рис. 14. Структура ответов для разных вариантов модальности экспонируемых изображений.

Стрелки на диаграмме соответствуют вариантам ответа для каждой пары экспрессий, в распознавании которых обнаруживается ошибка: экспонируемое изображение (с какой эмоцией) – ответ (на какую). Приведены ответы с частотами выбора не менее 0,08



Дополнительная уточняющая информация о взаимосвязях между эмоциональными экспрессиями может быть получена путем анализа глазодвигательной активности при выборе ответа. На этом этапе на экране участникам показывались изображения экспрессий, соответствующие возможным вариантам ответа. Для анализа выделялись прямоугольные зоны интереса, соответствующие каждому из изображений и определялось суммарное время пребывания в каждой из зон. Нормировка результатов выполнялась путем деления на среднее время принятия решения.

В структуре осмотра при выборе вариантов ответов (рис. 15) сохраняется консолидирующая роль экспрессии страха, взаимно связанной с экспрессиями гнева, удивления, спокойного лица и горя. Кроме того, были обнаружены прямые взаимосвязи между экспрессиями гнева и горя, гнева и спокойного выражения, односторонняя связь удивления и горя. Экспрессия радости характеризуется односторонней связью с гневом, страхом, спокойным выражением и горем. Отвращение характеризуется взаимосвязью со страхом и односторонней связью с гневом.

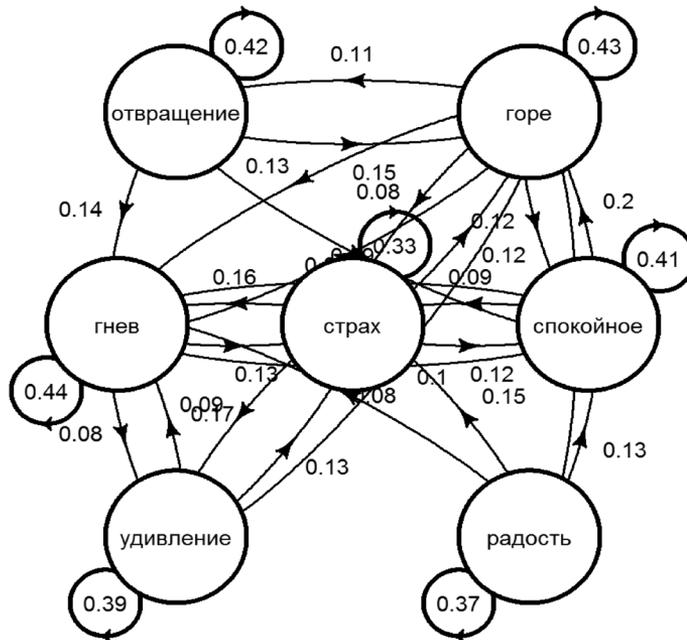


Рис. 15. Структура выбора вариантов ответа для разных вариантов модальности экспонируемых изображений. Стрелки на диаграмме соответствуют вариантам ответа для данной пары: экспонируемое изображение (откуда) – осматриваемое изображение (куда). Приведены варианты осмотра с частотами выбора не менее 0,08

Обсуждение результатов

При заданных в эксперименте условиях экспозиции изображений распознавание лицевых экспрессий осуществляется периферическим полем зрения. Длительность латентного периода саккад в направлении экспонируемого изображения в случае их выполнения, как правило, больше, чем время экспозиции изображения, т. е. в момент начала саккады целевое изображение уже отсутствует. В момент окончания саккады целевое изображение всегда отсутствует. Данное положение подтверждается отсутствием значимых различий в



длительности латентного периода и амплитудах саккад в направлении изображений экспрессий различной модальности.

Пропорция саккад, выполненных в направлении целевого изображения, по отношению к общему числу экспериментальных ситуаций, в которых целевые изображения экспонировались периферически, является индивидуальной характеристикой испытуемого и варьирует от 0 (саккады никогда не выполнялись) до 1 (саккады выполнялись во всех ЭС). Отсутствие саккад в направлении целевого объекта является достаточным, но не необходимым условием эффективного распознавания периферически экспонируемых изображений. Можно предполагать, что выполнение саккады в направлении периферически экспонируемого изображения и распознавание изображения периферическим зрением являются частично конкурирующими задачами зрительного восприятия.

В ходе выполнения задания испытуемые повышают эффективность работы, что выражается в увеличении точности решения задачи как в целом, так и в случае каждого направления периферического смещения и большинства модальностей предъявления изображения. Также в ходе выполнения задачи сокращается время ответа. На уровне показателей окулomotorной активности изменения в ходе решения задачи выражаются в уменьшении длительности латентного периода саккад в направлении экспонируемых изображений и уменьшении амплитуд саккад. Однако при этом условия восприятия остаются неизменными, т. е. распознавание экспрессии по-прежнему происходит периферическим зрением до начала саккады.

В результате достигаются условия, в которых средняя длительность латентного периода саккады оказывается несколько меньше, чем в ранее проведенном исследовании, где время периферической экспозиции изображений составляло 200 мс (Барабанщиков, Жегалло, 2013). На этом фоне нивелируются ранее наблюдавшиеся различия в величинах длительности латентного периода саккад в направлении изображений различных эмоциональных экспрессий.

Анализ структуры ошибочных ответов показывает, что консолидирующую роль при распознавании выражений лица выполняет экспрессия страха. Данная экспрессия распознается наименее точно, время принятия решения при ее распознавании максимально, разница в показателях времени ответа в случае верных и неверных ответов — минимальна. В отличие от других экспрессий в ходе выполнения задания точность распознавания не возрастает. Такой результат согласуется с данными ранее проведенного исследования, направленного на изучение особенностей различения эмоциональных экспрессий на микроинтервалах времени (Жегалло, 2007; Жегалло, 2010; Барабанщиков, Жегалло, Королькова, 2016), в котором было показано, что на ранних этапах распознавания (100–300 мс) расширяется «область притяжения» экспрессии страха.

При анализе полного набора экспериментальных ситуаций в структуре ответов выделяются группы взаимно ошибочно распознаваемых выражений лица «страх—гнев—удивление» и «горе—отвращение». Спокойное выражение ошибочно распознается как горе; радость — как страх. Интерпретацию выделенных групп эмоций можно рассматривать как в функциональном, так и в конфигурационном плане. В функциональном плане группа «страх—гнев—удивление» объединяет выражения лица, являющиеся оперативной реакцией на вновь возникший раздражитель; в таком случае ее расширение за счет экспрессий горя и спокойного выражения может быть интерпретировано как включение слабых вариантов реакции. В конфигурационном плане исходная группа объединяет три визуально похожие



экспрессии, характеризующиеся открытым ртом. В таком случае естественный способ расширения группы отсутствует. Группа «отвращение—горе» в функциональном плане является индикатором негативной оценки состояния, причем отвращение представляет собой более сильную степень такой оценки, чем горе. В конфигурационном плане объединяются два выражения лица, характеризующиеся опущенными вниз уголками рта. Можно предполагать, что используемая в эксперименте методика невербальной идентификации опосредованно связана с взаимно ошибочным распознаванием конфигурационно подобных эмоциональных экспрессий.

Структуру ошибочных ответов в первой половине эксперимента можно рассматривать как отражение более ранней, обобщенной, стадии распознавания эмоциональных экспрессий. На первом этапе можно выделить три группы взаимно связанных эмоциональных экспрессий: «гнев—страх—удивление»; «гнев—горе—отвращение»; «страх—радость—горе—спокойное лицо». Структура ошибочных ответов во второй стадии эксперимента отражает более позднюю, детализированную стадию распознавания. На втором этапе повышается точность распознавания выражений лица. Группа экспрессий «гнев—страх—удивление» сохраняется в неизменном виде. Группа «гнев—горе—отвращение» редуцируется до подгруппы «горе—отвращение». Группа «страх—радость—горе—спокойное выражение» редуцируется до подгруппы «страх—горе—спокойное выражение». Экспрессия радости занимает особое место и остается связанной только с экспрессией страха.

Точность распознавания экспонируемых изображений существенно зависит от направления смещения, составляя 0,68 при смещении влево—вправо и 0,47—0,44 при смещении вверх—вниз. Структуру ошибочных ответов при смещении влево—вправо можно интерпретировать как косвенную информацию об относительно поздней стадии распознавания выражений лица (более поздней, чем получаемая по данным второй половины эксперимента). Тогда структура ошибочных ответов при смещении вверх—вниз интерпретируется как косвенная информация об относительно ранней стадии (более ранней, чем получаемой по данным первой половины эксперимента).

Структура осмотра изображений эмоциональных экспрессий на этапе выбора варианта ответа может рассматриваться как косвенная информация о начальной структуре взаимосвязи эмоциональных экспрессий. Относительное время рассматривания для всех экспонировавшихся выражений лица закономерно меньше, чем частота выбора правильного варианта ответа. С другой стороны, на этапе принятия решения спектр рассматриваемых вариантов выбора расширяется по сравнению с фактическим набором ответов. Консолидирующая роль по-прежнему остается за экспрессией страха, тесно связанной с экспрессиями гнева, удивления, горя и спокойным выражением. Экспрессии отвращения и радости занимают особое положение и оказываются частично включенными в данную структуру. Отвращение тесно взаимосвязано с горем. Экспрессия радости занимает уникальное место; в то время, как экспрессия радости может ошибочно распознаваться наблюдателями как горе, гнев, страх и спокойное лицо, обратная ситуация не наблюдается, т. е. экспрессия радости никогда не рассматривается в качестве возможного варианта ответа при экспозиции других выражений лица.

В проведенном исследовании изучались особенности распознавания базовых экспрессий в условиях восприятия изображений лица периферическим зрением; идентификация выполнялась невербально, путем выбора соответствующего изображения. В какой степени указанные условия определяют результат исследования в части структуры отве-



тов испытуемых? Для сравнения рассмотрим исследование, в котором изучалось восприятие эмоциональных экспрессий лица в условиях кажущегося движения (Барабанчиков, Королькова, Лободинская, 2015). Маскирование эмоциональной экспрессии нейтральным лицом при времени экспозиции 50 мс дает среднюю точность распознавания по всем экспрессиям 0,64. Для сравнения средняя точность распознавания изолированно экспонируемых на 50 мс эмоциональных экспрессий в том же исследовании составляет 0,80. Как и в нашем эксперименте, экспрессия страха определяется хуже всех остальных лицевых экспрессий, наиболее частые варианты ошибочных ответов — удивление и горе. Взаимное ошибочное распознавание экспрессий гнева и страха отсутствует. Гнев ошибочно распознается как отвращение и горе; отвращение и горе также ошибочно оцениваются как гнев. Взаимное ошибочное распознавание экспрессий горя и отвращения отсутствует. Экспрессия радости распознается максимально точно и не смешивается с другими выражениями лица.

Полученные различия в части структуры ошибочных ответов могут объясняться, с одной стороны, характером используемого стимульного материала (база RAFD), с другой стороны — вербальным способом идентификации. В изображениях базы RAFD (Langner et al, 2010) экспрессия отвращения выполняется натурщиками с открытым ртом (видны зубы) и, соответственно, легче отличается от экспрессии горя, чем в стандартном наборе POFA. В то же время экспрессия гнева в RAFD выполняется с закрытым ртом, а в POFA — с открытым. В таком случае взаимное ошибочное распознавание экспрессий гнева и отвращения можно рассматривать как объясняемое их общим функциональным значением — активным неудовольствием по отношению к воспринимаемому объекту. Взаимно ошибочное распознавание горя и печали объясняется конфигурационным сходством выражений лица; ключевое различие состоит в наличии вертикальной складки между бровями для экспрессии гнева и плохо различимо при критических условиях экспозиции.

Особый интерес представляет тот факт, что отношения экспрессии страха с другими выражениями лица в условиях кажущегося движения не являются равновесными. Экспрессия страха с высокой частотой ошибочно оценивается как другие выражения лица. В то же время другие экспрессии не оцениваются как страх. В нашем исследовании (в условиях периферической экспозиции) данные отношения сбалансированы: экспрессия страха распознается как другие выражения лица и одновременно другие экспрессии распознаются как страх. В частности, для всех приведенных вариантов структуры ответов «страх» и «удивление» находятся в отношениях взаимно ошибочного оценивания. Объяснение данного расхождения следует искать в используемом способе идентификации. В случае невербальной идентификации визуальное сходство между экспрессиями страха и удивления взаимно действует в обе стороны и приводит к взаимно ошибочному оцениванию с примерно равной частотой. В случае выбора вариантов ответа из закрытого списка вариант «удивление» является более «семантически сильным» и чаще выбирается участниками.

Следует отметить, что в исследованиях, предполагающих свободное описание эмоциональных экспрессий (Барабанчиков, Жегалло, Королькова, 2017), наблюдатели, применительно к изображению экспрессии удивления, наряду с характеристиками «удивление» и «сильное удивление» использовали описания «страх», «испуг» и «шок». Также результат идентификации эмоциональных экспрессий в значительной степени зависит от контекста. При выполнении задания на идентификацию базовых (из набора POFA) и



переходных эмоциональных экспрессий базовая экспрессия удивления чаще идентифицировалась как страх при включении в контексте экспрессий радости, печали и спокойствия, а также в контексте гнева, спокойствия и отвращения (Барабанщиков, Жегалло, Королькова, 2016).

Исходя из имеющихся данных, в качестве перспективного направления дальнейших исследований можно рассматривать изучение особенностей идентификации экспрессий лица в условиях кажущегося (стробоскопического) движения методом невербальной идентификации. Кратковременная (50 мс и менее) экспозиция в условиях кажущегося движения может обеспечить достаточно сложные условия распознавания, а невербальная идентификация с предъявлением полного спектра возможных выражений лица однозначно задает перцептивный контекст, в рамках которого происходит восприятие лицевых экспрессий. В таком случае различия в структуре ошибочных ответов будут объясняться исключительно использованием разных способов идентификации.

Рассмотренная структура ошибочных ответов при идентификации базовых экспрессий в условиях выбора из полного набора вариантов (как в вербальном, так и невербальном случае) существенно изменяется в случае, когда изображение лица предъявляется наблюдателю во время саккады, а ответ выбирается из двух вариантов (Барабанщиков, Жердев, 2014; Барабанщиков, 2016). В этом случае наиболее низкая точность распознавания наблюдается для спокойного выражения лица (0,43). Спокойное выражение в этом случае выступает консолидирующим элементом структуры воспринимаемых эмоциональных экспрессий. Авторы объясняют данный результат особыми свойствами спокойного выражения, которое объективно лишено мимических признаков эмоциональных экспрессий, но потенциально содержит их. На наш взгляд, данное объяснение справедливо при дополнительном предположении, что особые свойства спокойного выражения лица проявляются лишь в специальных условиях экспозиции изображений и последующей процедуры распознавания (выбор из двух альтернативных вариантов). В этой связи дополнительно представляет интерес изучение эффективности распознавания выражений лица в условиях стробоскопического движения при малых (50 мс и менее) временах экспозиции с использованием различных вариантов невербальной идентификации.

Финансирование

Работа выполнена в рамках госзадания № 0159-2018-0010 «Многомерность познавательных процессов в общении».

Литература

1. Барабанщиков В.А. Динамика восприятия выражений лица. М.: Когито-Центр, 2016.
2. Барабанщиков В.А., Жегалло А.В. Распознавание экспрессий лица в ближней периферии зрительного поля // Экспериментальная психология, 2013. № 2. С. 59–85.
3. Барабанщиков В.А., Жегалло А.В., Королькова О.А. Опознание естественных и искусственных переходных эмоциональных экспрессий в условиях непосредственного общения // Когнитивные механизмы невербальной коммуникации. М.: Когито-Центр, 2017. С. 102–145.
4. Барабанщиков В.А., Жегалло А.В., Королькова О.А. Перцептивная категоризация выражений лица. М.: Когито-Центр, 2016.
5. Барабанщиков В.А., Жердев И.Ю. Восприятие сложных социально значимых объектов во время быстрых движений глаз наблюдателя // Экспериментальная психология. 2014. Т. 7. № 2. С. 5–25.



6. Барабанищikov В.А., Королькова О.А., Лободинская Е.А. Восприятие эмоциональных экспрессий лица при его маскировке и кажущемся движении // Экспериментальная психология. 2015. Т. 8. № 1. С. 7–27.
7. Жегалло А.В. Использование ПО PXLab для подготовки экспериментов, включающих регистрацию движений глаз с помощью айтрекеров Sensomotoric Instruments // Российский журнал когнитивной науки. 2016. Т. 3 (3). С. 43–57
8. Жегалло А.В. Синергетический компьютер Хакена как способ формального описания динамики восприятия экспрессий лица // Математическая психология: Школа В.Ю.Крылова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2010. С. 362–372.
9. Жегалло А.В. Идентификация эмоциональных состояний лица в микроинтервалах времени: дисс. ... канд. психол. наук. М., 2007.
10. Исаков С.С., Жегалло А.В. Многопольный оптический датчик для тахистоскопических исследований // Естественно-научный подход в современной психологии. М.: ИП РАН, 2014. С. 169–171.
11. Эрман П. Психология эмоций / Пер. с англ. В. Кузина. СПб: Питер, 2010.
12. Langner O., Dotsch R., Bijlstra G., Wigboldus D.H.J., Hawk S.T., van Knippenberg A. Presentation and validation of the Radboud Faces Database // Cognition & Emotion. 2010. Vol. 24. № 8. P. 1377–1388. doi: 10.1080/02699930903485076

RECOGNITION OF PERIPHERALLY EXPOSED EMOTIONAL EXPRESSIONS

ZHEGALLO A.V.*, *The Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,*
e-mail: zhegs@mail.ru

The study investigates the specifics of recognition of emotional facial expressions in peripherally exposed facial expressions, while exposition time was shorter compared to the duration of the latent period of a saccade towards the exposed image. The study showed that recognition of peripheral perception reproduces the patterns of the choice of the incorrect responses. The mutual mistaken recognition is common for the facial expressions of a fear, anger and surprise. In the case of worsening of the conditions of recognition, calmness and grief as facial expression were included in the complex of a mutually mistakenly identified expressions. The identification of the expression of happiness deserves a special attention, because it can be mistakenly identified as different facial expression, but other expressions are never recognized as happiness. Individual accuracy of recognition varies from 0.29 to 0.80. The sufficient condition of a high accuracy in recognition was the recognition of the facial expressions using peripheral vision without making a saccade in the direction of the face image exposed.

Keywords: emotional expressions, perception, peripheral perception, eye movements, structure of errors

Funding

Funding. The study was conducted as part of the state project № 0159-2018-0010 "Multidimensionality of cognitive processes in communication".

For citation:

Zhegallo A.V. Recognition of peripherally exposed emotional expressions. *Экспериментальная психология = Experimental psychology (Russia)*, 2018, vol. 11, no. 2, pp. 16–33. doi:10.17759/exppsy.2018110202

* Zhegallo A.V. Phd, research associate, The Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences. E-mail: zhegs@mail.ru



References

1. Barabanshchikov V.A. *Dinamika vospriyatiya vyrazhenij lica*. Moscow, Kogito-Centr, 2016. (In Russ.).
2. Barabanshchikov V.A., Zhegallo A.V. Raspoznavanie ehkspressij lica v blizhnej periferii zritel'nogo polya [Perception of facial expressions]. *Ekspperimental'naya psihologiya [Experimental Psychology]*, 2013, no. 2, pp. 59 – 85. (In Russ.).
3. Barabanshchikov V.A., Zhegallo A.V., Korol'kova O.A. Opoznanie estestvenny i iskusstvennyh perekhodnyh ehmocional'nyh ehkspressij v usloviyah neposredstvennogo obshcheniya [Perception of natural and artificial facial expression in communication]. *Kognitivnye mekhanizmy neverbal'noj kommunikacii [Cognitive mechanisms of nonverbal communication]*. Moscow, Kogito-Centr, 2017, pp. 102–145. (In Russ.).
4. Barabanshchikov V.A., Zhegallo A.V., Korol'kova O.A. *Perceptivnaya kategorizaciya vyrazhenij lica [Perceptive categorization of facial expressions]*. Moscow, Kogito-Centr, 2016. (In Russ.).
5. Barabanshchikov V.A., Zherdev I.Yu. Vospriyatie slozhnyh social'no znachimyh ob'ektov vo vremya bystryh dvizhenij glaz nablyudatelya [Perception of complex socially salient objects during rapid eyes movements of the observer]. *Ekspperimental'naya psihologiya [Experimental psychology]*, 2014, vol. 7, no. 2, pp. 5–25. (In Russ.).
6. Barabanshchikov V.A., Korol'kova O.A., Lobodinskaya E.A. Vospriyatie ehmocional'nyh ehkspressij lica pri ego maskirovke i kazhushchemsya dvizhenii [Perception of emotional facial expressions]. *Ekspperimental'naya psihologiya [Experimental psychology]*, 2015, vol. 8, no 1, pp. 7–27. (In Russ.).
7. Ekman P. *Psihologiya ehmocij [Psychology of emotion]*. Per. s angl. V. Kuzina. SPb: Piter, 2010. (In Russ.).
8. Isakov S.S., Zhegallo A.V. Mnogopol'nyj opticheskij datchik dlya tahistoskopicheskikh issledovanij. *Estestvenno-nauchnyj podhod v sovremennoj psihologii [Scientific approach in modern psychology]*. Moscow, IPRAN, 2014, pp. 169-171. (In Russ.).
9. Langner O., Dotsch R., Bijlstra G., Wigboldus D.H.J., Hawk S.T., van Knippenberg A. Presentation and validation of the Radbound Faces Database. *Cognition & Emotion*, 2010, vol. 24, no 8, pp. 1377–1388. doi: 10.1080/02699930903485076
10. Zhegallo A.V. Ispol'zovanie PO PXLab dlya podgotovki ehkspperimentov, vkluchayushchih registraciyu dvizhenij glaz s pomoshch'yu ajtrekerov Sensomotoric Instruments [Using PO PXLab for experimtnsm using eye movement registration]. *Rossijskij zhurnal kognitivnoj nauki [Russian Journal of Cognitive Science]*, 2016, vol. 3, no. 3, pp. 43 – 57. (In Russ.).
11. Zhegallo A.V. Sinergeticheskij komp'yuter Hakena kak sposob formal'nogo opisaniya dinamiki vospriyatiya ehkspressij lica. *Matematicheskaya psihologiya: Shkola V.YU.Krylova [Mathematic psychology]*. Moscow, Izd-vo «Institut psihologii RAN», 2010, pp. 362 – 372. (In Russ.).
12. Zhegallo A.V. *Identifikaciya ehmocional'nyh sostoyanij lica v mikrintervalah vremeni [Identification of emotional facial expression in microintervals]*. Diss. ... kand. psihol. nauk. [PhD thesis] Moscow, 2007. (In Russ.).