



РАСПОЗНАВАНИЕ ЭМОЦИЙ В УСЛОВИЯХ СТУПЕНЧАТОЙ СТРОБОСКОПИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ ВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦА

БАРАБАНЩИКОВ В.А.*, *Институт экспериментальной психологии МГППУ;*
Московский институт психоанализа, Москва, Россия,
e-mail: vladimir.barabanschikov@gmail.com

КОРОЛЬКОВА О.А.**, *Институт экспериментальной психологии МГППУ;*
Московский институт психоанализа, Москва, Россия; Университет Брунеля, Лондон, Великобритания,
e-mail: olga.kurakova@gmail.com

ЛОБОДИНСКАЯ Е.А.***, *Институт экспериментальной психологии МГППУ;*
Московский институт психоанализа, Москва, Россия,
e-mail: elena.lobodinskaya@gmail.com

Изучались закономерности восприятия эмоциональных экспрессий человека в условиях ступенчатой стробоскопической экспозиции меняющейся мимики. Наблюдателям последовательно предъявлялись изображения лица на разных стадиях развития одной из шести базовых эмоций: спокойное состояние (300 мс) — средняя интенсивность экспрессии (10—40 мс) — сильная экспрессия (30—120 мс) — средняя интенсивность экспрессии (10—40 мс) — спокойное состояние (100 мс). Методом выбора из альтернатив требовалось определить модальность воспринятой экспрессии. Полученные результаты сравнивались с результатами предшествующих исследований (Барабанщиков, Королькова, Лободинская, 2015, 2016), проведенных в сходной ситуации с использованием простой (прямоугольной) последовательности изображений лица: спокойное состояние — сильная экспрессия — спокойное состояние. Обнаружено, что динамика точности распознавания эмоций, ошибки и длительность выполнения заданий в условиях сильно выраженных прямоугольных и ступенчатых стробоскопических экспозиций практически совпадают. Фактором, определяющим адекватность оценок, является отношение длительностей неизменной (спокойное состояние) и меняющейся (экспрессия лица) частей стимульной ситуации. При значительном ухудшении условий восприятия лица (минимальная длительность экспозиции (10+30+10 мс), уменьшенная в два раза интенсивность проявления эмоций) зарегистрирован феномен стробоскопической сенсбилизации — повышение относительной точности распознавания низкоаттрактивных экспрессий (отвращения, печали, страха и гнева), описанное ранее в условиях прямоугольной формы стробоскопической экспозиции мимики. Подтверждено сходство влияний реального и кажущегося изменений эмоциональных выражений лица на распознавание базовых эмоций.

Для цитаты:

Барабанщиков В.А., Королькова О.А., Лободинская Е.А. Распознавание эмоций в условиях ступенчатой стробоскопической экспозиции выражений лица // Экспериментальная психология. 2018. Т. 11. № 4. С. 50—69. doi: 10.17759/exppsy.2018110405

* *Барабанщиков В.А.* Доктор психологических наук, профессор, член-корреспондент РАО, директор, Институт экспериментальной психологии МГППУ; декан факультета психологии, Московский институт психоанализа. E-mail: vladimir.barabanschikov@gmail.com

** *Королькова О.А.* Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник, Институт экспериментальной психологии МГППУ; и. о. доцента кафедры общей психологии, Московский институт психоанализа; научный сотрудник Департамента естественных наук, Колледж наук о здоровье и естественных наук, Университет Брунеля, Лондон. E-mail: olga.kurakova@gmail.com

*** *Лободинская Е.А.* Научный сотрудник, Институт экспериментальной психологии МГППУ; преподаватель, Московский институт психоанализа. E-mail: elena.lobodinskaya@gmail.com



Ключевые слова: кажущееся движение, распознавание эмоций, формы стробоскопической экспозиции лица, стробоскопическая сенсibilизация эмоциональных выражений лица.

Введение

При восприятии выражений реального лица его динамика и статика взаимоопределяют друг друга. Чем ниже качество и интенсивность требуемой информации, тем более заметна роль динамической составляющей и ниже значение статического «среза» выражения лица (Ambadar et al., 2005; Cunningham, Wallraven, 2009; Wallraven et al., 2008). Изображенная мимика передает достаточный объем информации о модальности эмоции. Динамика позволяет наблюдать ее развитие во времени. Преимущества динамики определяются не столько наличием двигательных сигналов или их сменой, сколько направлением, в котором изменяется выражение лица (Ambadar et al., 2005; Leonard, Voeller, Kuldau, 1991). От траектории изменения зависит восприятие адекватности (подлинности) состояния партнера по коммуникации (Cosker, Krumhuber, Hilton, 2010). При увеличении или снижении скорости изменений экспрессии наблюдатели по-разному оценивают модальность и естественность выражения эмоций (Sato, Yoshikawa, 2004; Hill, Troje, Johnston, 2005). Влияние динамики выражения лица носит дифференцированный характер, зависит от модальности эмоции и условий ее проявления (Recio, Sommer, Schacht, 2011).

Восприятие эмоционального состояния человека обуславливается не только реальными, но и кажущимися изменениями мимики. При стробоскопической экспозиции статических изображений лица, локализованных в одной и той же области зрительного поля, возникает впечатление быстрого непрерывного движения, которое включается в идентификацию модальности эмоций. По сравнению с восприятием изолированных изображений кажущееся изменение сильно выраженных экспрессий не увеличивает точность распознавания. В диапазоне коротких длительностей (50–100 мс) она снижается до уровня прямой и обратной маскировки, но отличается от нее избирательностью. Кажущаяся динамика снижает точность распознавания печали, гнева и страха; прямая и обратная маскировка — удивления и отвращения. С увеличением длительности экспозиции лица до 200 мс уровни ответов выравниваются, соответствуя оценкам неподвижных изображений эмоциональных экспрессий (Барабанщиков, Королькова, Лободинская, 2015).

В экспериментах, проведенных на группе экспертов, мы показали, что влияние маскировки и стробоскопической экспозиции на опознание экспрессий имеет разную природу. Если в первом случае основным фактором снижения точности является прерывание естественного хода перцептогенеза, то во втором — появление дополнительных признаков, обнаруживаемых наблюдателями в смещениях элементов лица и головы. В условиях кажущегося движения распознавание эмоционального состояния натурщика опосредовано «лицевым жестом», отвлекающим внимание наблюдателя (Барабанщиков, Королькова, Лободинская, 2015).

Важной детерминантой восприятия эмоциональных экспрессий в микроинтервалах времени является качество стимульного материала, особенно четкость изображения лица. До тех пор, пока в условиях стробоскопической экспозиции экспрессия видится отчетливо, она подвержена маскировке, но как только результат восприятия становится неопределенным (достигает зоны нижнего порога четкости) относительная точность оценок начинает расти. Меняя условия экспозиции, можно добиться как эффекта стробоскопической маскировки, так и эффекта стробоскопической сенсibilизации. Последний наиболее выра-



жен для низкоаттрактивных экспрессий: отвращения, печали и гнева. Высокоаттрактивные экспрессии (радость, удивление, а также спокойное состояние) распознаются наиболее адекватно в широком пространственно-временном диапазоне условий, включая сильную размытость изображений лица. Предпосылкой более точного распознавания кажущегося изменения мимики расфокусированного изображения является конгруэнтность содержания тест-объекта и его контекста, их соответствие логике реальных проявлений эмоций, которая воспроизводится в ходе перцептогенеза (Барабанщиков, Королькова, Лободинская, 2016, 2017).

В психологической науке вклад кажущегося движения в распознавание эмоционального состояния человека исследован слабо. Разрабатывая эту тему, мы провели эксперименты, в которых попытались «развернуть» стробоскопическое движение, увеличив число опорных изображений меняющегося выражения лица. В наших предыдущих исследованиях мы моделировали ситуацию кажущегося изменения экспрессии лица с помощью прямоугольной функции (стробоскопической) быстрой экспозиции: сильно выраженная экспрессия мгновенно появлялась и затем исчезала на фоне нейтрального лица. В настоящей работе применялась ступенчатая функция смены экспрессии, когда изменения относительно нейтрального лица происходят в несколько шагов и воспринимаются наблюдателем как более плавное движение.

Нас интересовали следующие вопросы. Сохраняются ли тенденции восприятия, обнаруженные при резкой, прямоугольной смене изображений мимики при более плавных, ступенчатых изменениях лица? Если да, то в какой форме? Как влияет на восприятие эмоций снижение интенсивности их проявления? Согласно литературным данным при реальных изменениях выражения лица каждый из его показателей — скорость (резкость/плавность) и интенсивность — способны нести значимую информацию об эмоциональном состоянии натурщика.

Роль формы стробоскопической экспозиции выражений лица в восприятии базовых эмоций. Эксперимент 1

В эксперименте 1 сделана попытка изучить специфику восприятия сильных экспрессий лица при ступенчатой организации стробоскопической стимуляции, которая предполагает последовательную экспозицию неподвижных выражений лица сначала возрастающей, затем снижающейся интенсивности.

Методика

Описываемые исследования опираются на процедуру и результаты предшествующих экспериментов, в которых использовалась прямоугольная форма стробоскопической экспозиции лица (Барабанщиков, Королькова, Лободинская, 2015, 2016, 2017). В данной работе план эксперимента и его процедура воспроизведены с учетом изменений формы стробоскопической стимуляции: 1) длительности экспозиции эмоциональных экспрессий — 50, 100 и 200 мс — разбивались на временные паттерны: 10+30+10 мс, 20+60+20 мс, 40+120+40 мс; 2) интенсивность дополнительных экспрессий уменьшалась в два раза.

Стимульный материал. Использовались цветные фотопортреты высокого разрешения (1024×681 пикселей), отобранные из базы RaFD (Langner et al., 2010) — изображения трех мужчин и трех женщин. Размеры экспонируемых изображений — 450×564 пикселей



или $16^{\circ} \times 20^{\circ}$. Наблюдателям в определенном порядке экспонировались экспрессии шести базовых эмоций (радость, удивление, печаль, отвращение, страх, гнев), имеющих различную интенсивность, а также спокойное выражение лица. Программа FantaMorph позволила сгенерировать серию промежуточных фотоизображений экспрессий. На рис. 1 показан пример линейного морфинга лица, выражающего эмоцию страха разной интенсивности.

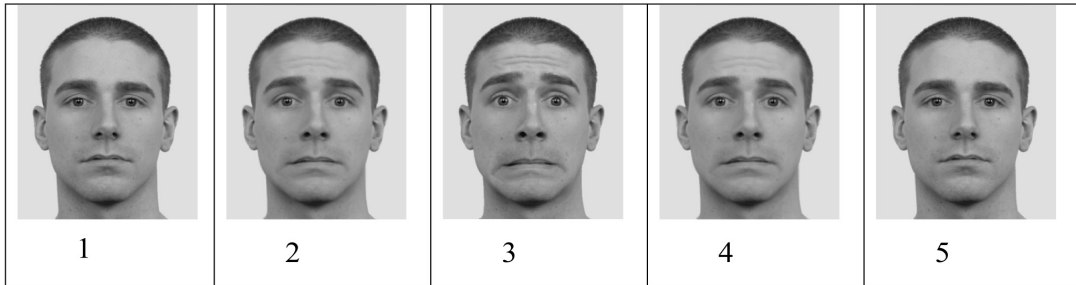


Рис. 1. Пример стимульного материала: 1 и 5 — фотоизображение спокойного лица; 2 и 4 — переходные изображения-морфы (50% экспрессии страха); 3 — фотоизображение сильной (100%) экспрессии страха

Оборудование. Стимульные изображения предъявлялись на экране ЭЛТ-монитора с частотой 100 Гц (ViewSonic G90f), подключенного к ПК в условиях нормальной освещенности. Испытуемые располагались на расстоянии 60 см от экрана и смотрели на изображения бинокулярно.

Испытуемые. Участниками исследования были студенты московских вузов (35 человек: 6 мужчин, 29 женщин; возраст 18—45 лет, медиана 22 года) с нормальным или скорректированным до нормального зрением.

Процедура. Испытуемые выполняли задачу идентификации шести базовых эмоциональных экспрессий лица, которые динамически появлялись и исчезали на нейтральном лице натурщика. После ознакомления с заданием и короткой тренировки участники переходили к выполнению основной сессии. На экране монитора в каждой пробе последовательно предъявлялись разные фотоизображения одного и того же лица. Они демонстрировались в течение 450, 500 либо 600 мс и состояли из 5 кадров: первый (300 мс) и последний (100 мс) появлялись во всех пробах, демонстрируя спокойное выражение лица; кадры 2 и 4 (в зависимости от длительности центральной экспрессии время экспозиции варьировалось: 10, 20 либо 40 мс) являлись линейными морфами нейтрального лица и базовой экспрессии (50/50%); кадр 3 (длительность экспозиции — 30, 60 либо 120 мс) демонстрировал сильно выраженную (100%) экспрессию. Пространственно-временная структура создавала впечатление относительно плавного динамического перехода, совершаемого с различной скоростью (длительность экспозиции в «быстром» переходе — 50 мс: 10/30/10 мс; в переходе со «средней» скоростью — 100 мс: 20/60/20 мс; в «медленном» переходе — 200 мс: 40/120/40 мс). В отличие от прямоугольной стробоскопической стимуляции перепад длительностей отдельных кадров создавал эффект мелькания яркости изображений. Экспозиция завершалась слайдом с перечнем базовых эмоций (радость, гнев, страх, удивление, отвращение, печаль, другая эмоция). Модальность выбранной эмоции, а также время ответа регистрировались путем нажатия клавиши «пробел» на клавиатуре ПК. Порядок проб носил псевдослучайный характер. На рис. 2 представлена последова-



тельность предъявления стимульного материала в эксперименте 1. Основной эксперимент включал 432 пробы, разделенные на 4 блока, между которыми делались небольшие паузы.

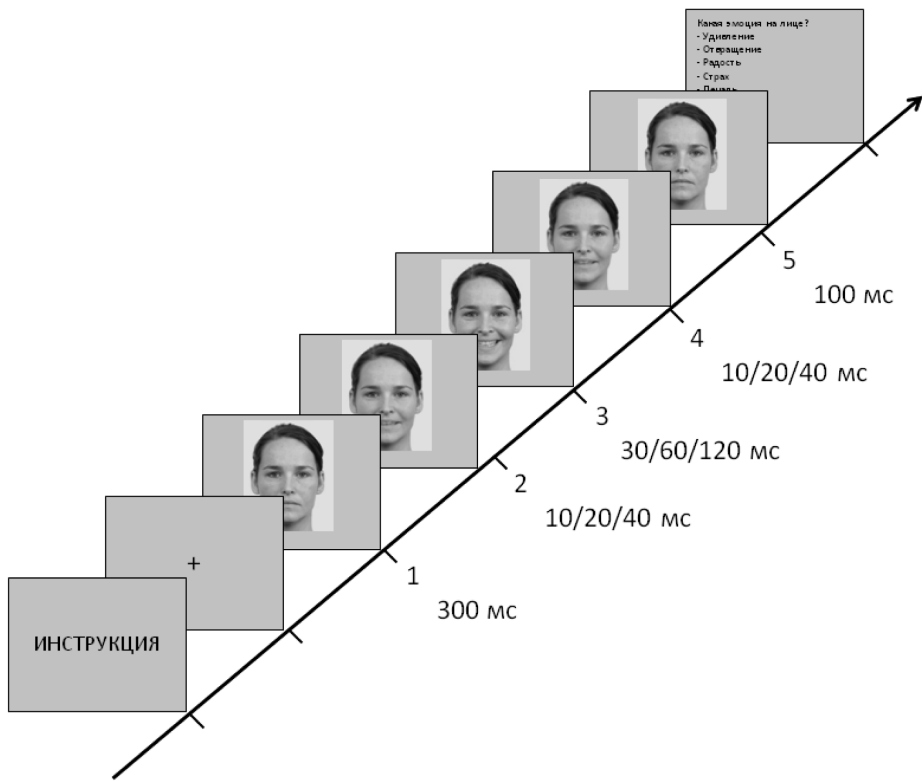


Рис. 2. Структура стимульной ситуации

Обработка данных. Полученные данные анализировались в среде статистической обработки R. Оценивалось влияние модальности динамической экспрессии и длительности ее экспозиции на точность и время ответа. Из анализа исключались пробы, в которых время ответа было больше 95% квантиля. Использовался метод логистической регрессии со смешанными эффектами (Bates et al., 2015); рассчитывались линейные контрасты для сопоставления точности оценок одной и той же экспрессии при различном времени экспозиции (50vs100 мс; 50vs200 мс; 100vs200 мс.) Уровни значимости приведены с поправкой на множественные сравнения Бенджамини–Хохберга.

Результаты эксперимента

Точность распознавания экспрессий. При всех длительностях экспозиции точнее всего идентифицируются эмоции радости (0,84) и удивления (0,79), менее точно оценивается эмоция печали (0,62); существенно ухудшается точность распознавания эмоции отвращения (0,49), страха (0,36) и гнева (0,34). С увеличением длительности экспозиции базовых экспрессий точность их распознавания монотонно возрастает ($p < 0,01$), за исключением экспрессии отвращения ($p < 0,185$). Средние значения эффективности распознавания в зависимости от модальности эмоции и длительности экспозиции представлены в табл. 1 и на рис. 3.



Таблица 1

Средняя точность оценок сильно выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоций и длительности экспозиции

| Экспрессия | Время экспозиции | | | Среднее |
|------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 50 мс | 100 мс | 200 мс | |
| Радость | 0,72 (0,76) | 0,85 (0,86) | 0,93 (0,92) | 0,84 (0,85) |
| Удивление | 0,71 (0,77) | 0,81 (0,84) | 0,86 (0,86) | 0,79 (0,82) |
| Отвращение | 0,45 (0,5) | 0,50 (0,52) | 0,51 (0,55) | 0,49 (0,52) |
| Печаль | 0,43 (0,53) | 0,61 (0,72) | 0,82 (0,8) | 0,62 (0,68) |
| Страх | 0,27 (0,35) | 0,36 (0,42) | 0,46 (0,51) | 0,36 (0,43) |
| Гнев | 0,24 (0,31) | 0,34 (0,5) | 0,48 (0,64) | 0,35 (0,48) |
| Среднее | 0,47 (0,53) | 0,58 (0,64) | 0,68 (0,71) | 0,56 (0,62) |

Примечание. В скобках даны значения оценок сильно выраженных экспрессий для прямоугольной формы стробоскопической экспозиции (Барабанчиков, Королькова, Лободинская, 2016, с. 364, табл. 1).

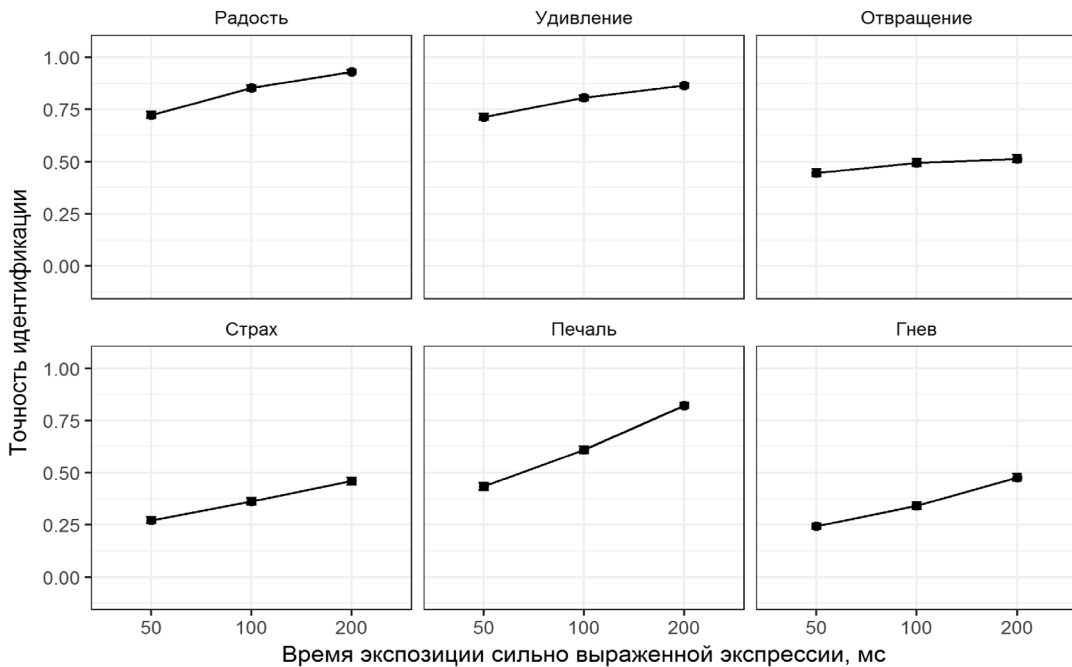


Рис. 3. Зависимость точности оценок сильно выраженных экспрессий от модальности эмоции и длительности экспозиции

Полученная смешанная регрессионная модель для точности ответа объясняет 40% дисперсии данных (для фиксированных факторов $R^2_m = 0,26$; для полной модели $R^2_c = 0,40$). Линейные контрасты показали, что для всех экспрессий за исключением отвращения и частично удивления (100 vs 200 мс) имеют место значимые различия между точностью оценок при разных длительностях экспозиций. Результаты (z-оценки и скорректированные уровни значимости линейных контрастов) приведены в табл. 2.

Категориальные профили оценок. На рис. 4 представлены три группы ответов: «верные», «случайные» и «ошибочные». «Верные» ответы совпадают с основной модальностью демонстрируемой эмоции. Наиболее точно оцениваются эмоции радости и удивления при



Таблица 2

**Линейные контрасты между оценками сильно выраженных экспрессий
при различных длительностях экспозиций**

| Экспрессия | Контраст | Точность ответа | | Время ответа | |
|------------|---------------|-----------------|-----------|--------------|-----------|
| | | z-оценки | p-уровень | z-оценки | p-уровень |
| Гнев | 200 vs 50 мс | 10,593 | < 0,01 | 2,074 | 0,8319 |
| | 200 vs 100 мс | 6,048 | < 0,01 | 1,343 | 0,9974 |
| | 100 vs 50 мс | 4,757 | < 0,01 | 0,732 | 1 |
| Отвращение | 200 vs 50 мс | 3,018 | 0,1851 | -2,685 | 0,3897 |
| | 200 vs 100 мс | 0,847 | 1 | -1,371 | 0,9966 |
| | 100 vs 50 мс | 2,174 | 0,7652 | -1,321 | 0,9979 |
| Печаль | 200 vs 50 мс | 16,989 | < 0,01 | -5,608 | < 0,01 |
| | 200 vs 100 мс | 10,155 | < 0,01 | -3,437 | 0,0585 |
| | 100 vs 50 мс | 7,742 | < 0,01 | -2,168 | 0,7744 |
| Радость | 200 vs 50 мс | 11,031 | < 0,01 | -5,282 | < 0,01 |
| | 200 vs 100 мс | 5,258 | < 0,01 | -2,303 | 0,6809 |
| | 100 vs 50 мс | 6,738 | < 0,01 | -2,963 | 0,2188 |
| Страх | 200 vs 50 мс | 8,513 | < 0,01 | 0,266 | 1 |
| | 200 vs 100 мс | 4,397 | < 0,01 | 0,503 | 1 |
| | 100 vs 50 мс | 4,221 | < 0,01 | -0,236 | 1 |
| Удивление | 200 vs 50 мс | 7,834 | < 0,01 | -6,009 | < 0,01 |
| | 200 vs 100 мс | 3,367 | 0,0715 | -1,902 | 0,9113 |
| | 100 vs 50 мс | 4,656 | < 0,01 | -4,103 | < 0,01 |

всех условиях экспозиции. Редкие, «случайные» ответы не совпадают с демонстрируемой эмоцией, «ошибочные» носят регулярный характер и, как правило, выше случайного уровня. Так, эмоция отвращения воспринимается как гнев; страх — чаще как удивление, реже — как отвращение; гнев принимается за печаль. «Верные» и «ошибочные» ответы связаны отношением реципрокности: снижение долей точных оценок ведет к избирательному повышению долей неадекватных распознаваний этих же экспрессий и, наоборот, особенно на самых коротких экспозициях.

Время ответа. Полученные данные демонстрируют наиболее быстрое распознавание экспрессий радости (1398 мс) и удивления (1447 мс) и увеличение времени ответа для экспрессий отвращения (1497 мс) и печали (1655 мс). Наибольшее время требуется при оценке экспрессий гнева (1823 мс) и страха (1830 мс). Данный рейтинг согласуется с распределением точности оценок. При снижении длительности экспозиции среднее время решения перцептивной задачи (ВР) монотонно возрастает (200 мс — 1550 мс, 100 мс — 1602 мс, 50 мс — 1675 мс) для большинства экспрессий за исключением гнева (1823 мс) и страха (1830 мс), для которых ВР остается неизменным. Среднее время ответа в зависимости от модальности эмоции и длительности экспозиции представлено на рис. 5 и в табл. 3. Регрессионная модель для точности ответа объясняет 17% дисперсии данных (для фиксированных факторов $R^2_m = 0,04$; для полной модели $R^2_c = 0,17$). Сравнение времени ответа методом линейных контрастов показало, что значимые различия присутствуют только при сопоставлении вре-



мени опознания экспрессий радости, удивления и печали, демонстрируемых на 200 либо 50 мс, а также экспрессии удивления при экспозиции 50 либо 100 мс (табл. 2).

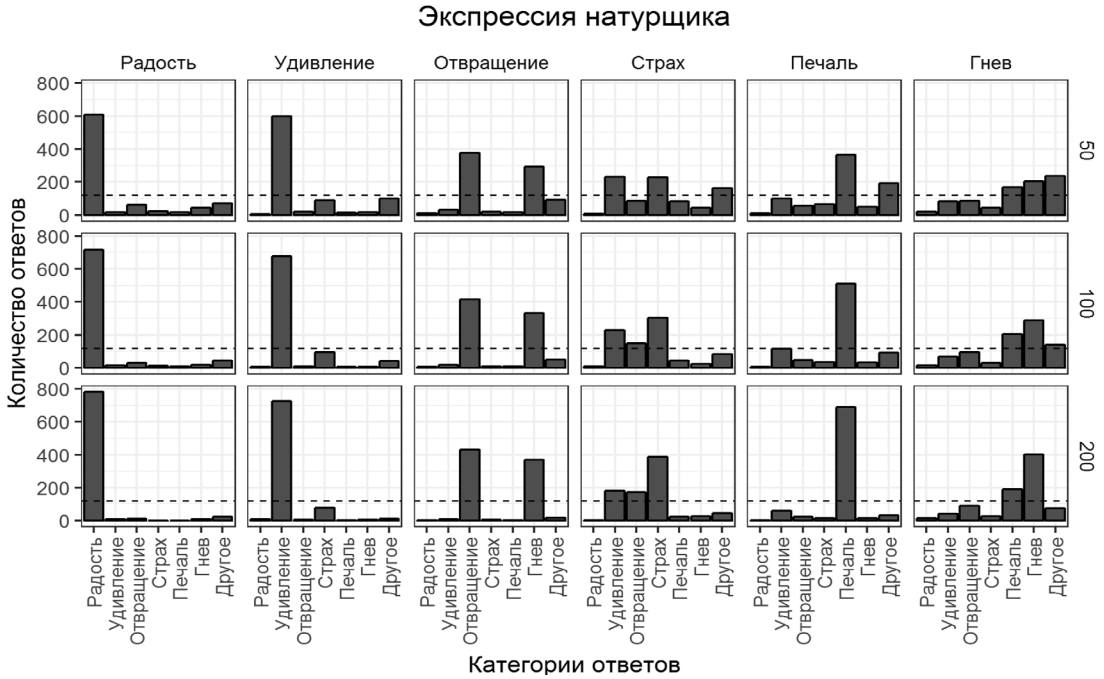


Рис. 4. Категориальные профили оценок экспрессий в зависимости от модальности эмоций и длительности экспозиции. Пунктиром отмечен случайный уровень ответов

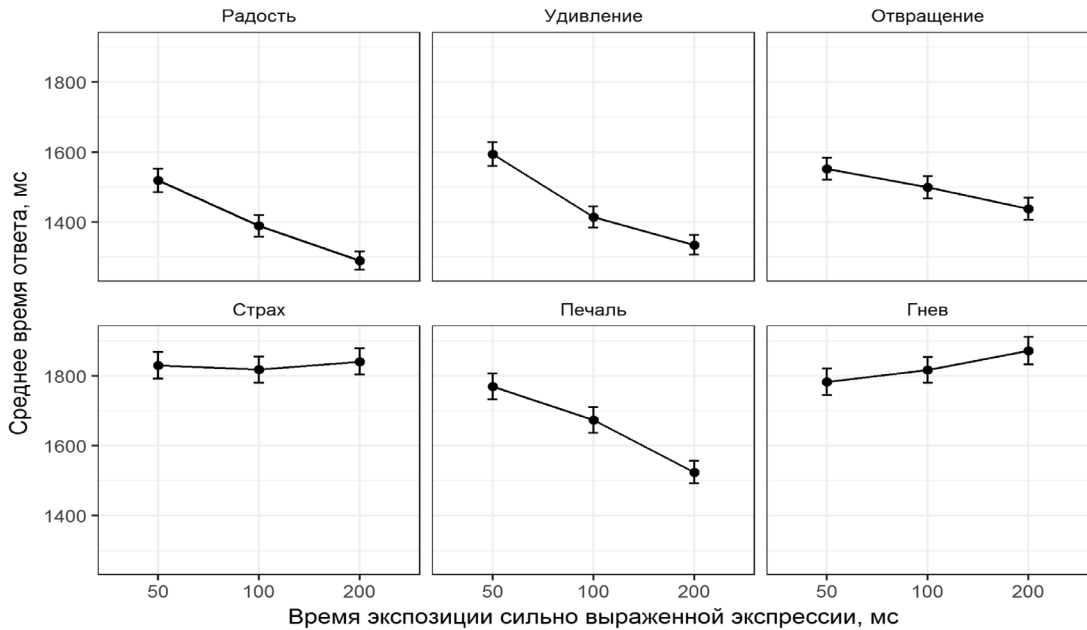


Рис. 5. Время оценки сильно выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоции и длительности экспозиции



Таблица 3

Среднее время оценки сильно выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоций и времени экспозиции

| Модальность экспрессии | Длительность экспозиции | | | Среднее |
|------------------------|-------------------------|--------|--------|---------|
| | 50 мс | 100 мс | 200 мс | |
| Радость | 1519 | 1389 | 1290 | 1398 |
| Удивление | 1594 | 1414 | 1335 | 1447 |
| Отвращение | 1552 | 1499 | 1438 | 1497 |
| Печаль | 1770 | 1674 | 1524 | 1655 |
| Страх | 1830 | 1818 | 1841 | 1830 |
| Гнев | 1783 | 1816 | 1872 | 1823 |
| Среднее | 1675 | 1602 | 1550 | 1609 |

Похожие результаты были получены в ранее проведенных исследованиях в условиях прямоугольной формы стробоскопической экспозиции. Наиболее быстро распознавались экспрессии радости (1134 мс) и спокойствия (1157 мс), тогда как при оценке печали (1289 мс), удивления (1309 мс) и отвращения (1374 мс) ВР увеличивалось. Самыми продолжительными являются оценки экспрессий гнева (1575 мс) и страха (1665 мс). При уменьшении продолжительности экспозиции среднее для всех экспрессий ВР монотонно возрастает (при 200 мс – 1308 мс; при 100 мс – 1357 мс; при 50 мс – 1408 мс). С изменением длительности экспрессий страха и гнева ВР не меняется (Барабанщиков, Королькова, Лободинская, 2015).

Показательным является различие во времени верных и ошибочных ответов при ступенчатой стробоскопической экспозиции. Как правило, уровень ВР для верных ответов существенно ниже ошибочных (исключения: экспрессии страха и гнева (частично)). С падением точности оценок различия во ВР снижаются и становятся неразличимыми.

Обсуждение результатов

По результатам исследований, проведенных ранее (Барабанщиков, Королькова, Лободинская, 2015; 2016; 2017), при экспозиции сильно выраженных ступенчатых стробоскопических экспрессий можно ожидать двух противоположных тенденций. Во-первых, снижения средней точности распознавания эмоций по отношению к восприятию неподвижных изображений. Во-вторых, возрастания относительной точности распознавания этих же экспрессий. Первое вызвано эффектом стробоскопической маскировки, проявляющимся в условиях резко меняющейся сильно выраженной эмоции, второе – постепенностью нарастания и снижения интенсивности конгруэнтных изображений, влияние которых обнаруживается при усложнении условий экспозиции. В зависимости от модальности эмоций выраженность тенденций может быть различной.

Согласно данным эксперимента 1, достаточно полно реализуется лишь первая тенденция. Динамика изменений точности в условиях сильно выраженных прямоугольных и ступенчатых стробоскопических экспозиций практически совпадает: 1) с увеличением длительности экспозиций точность распознавания эмоций возрастает; 2) независимо от уровня длительности экспрессий имеет место один и тот же рейтинг базовых эмоций (наиболее точно воспринимаются экспрессии радости и удивления, наименее точно –

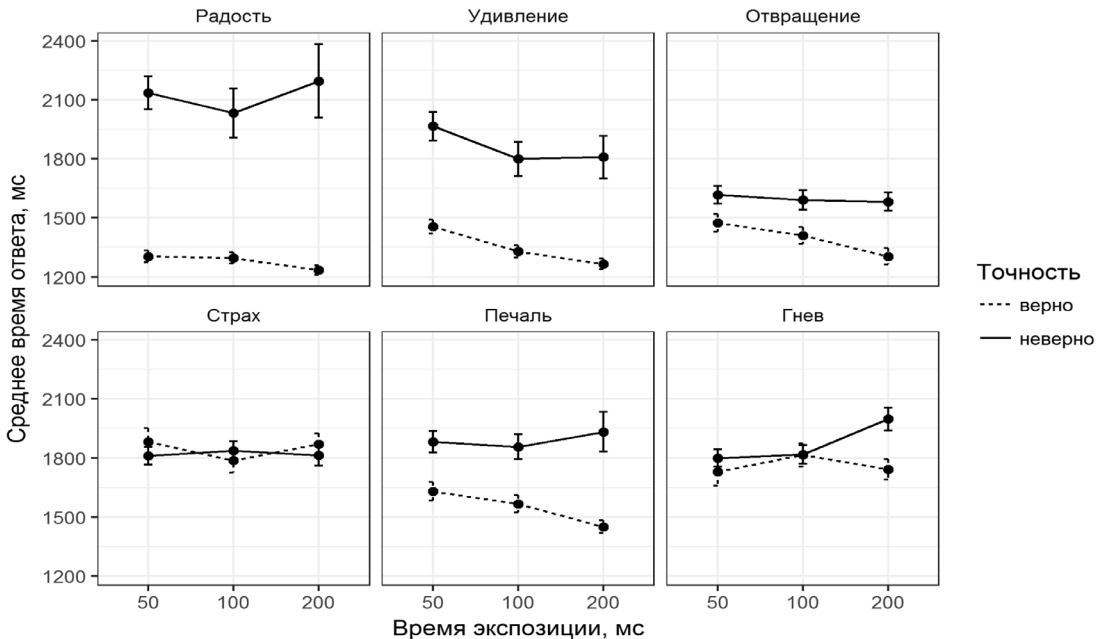


Рис. 6. Среднее время оценки верных и ошибочных ответов сильно выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоции и длительности экспозиции

страха и печали). Совпадения касаются не только общих закономерностей, но и исключений из них: при всех тестируемых условиях точность оценки экспрессии отвращения с увеличением длительности экспозиции остается неизменной. Сходными оказываются и категориальные профили оценок. Полностью воспроизводятся регулярные ошибки восприятия (отвращение путается с гневом, страх — с удивлением, печаль — со спокойным состоянием), а также зависимость содержания и объема ошибок от длительности экспозиции экспрессий.

Как и в других исследованиях, средняя продолжительность выполнения отдельной пробы с увеличением длительности экспозиции уменьшается. Чем точнее распознается модальность кажущейся эмоции, тем быстрее совершается ее оценка. За исключением экспрессий страха и гнева длительность верных оценок существенно ниже ошибочных.

Полученные результаты говорят о том, что независимо от формы стробоскопической экспозиции эмоций определяющим фактором точности оценок является отношение длительностей неизменной (спокойное лицо) и меняющейся (экспрессии лица) частей стимульной ситуации, создающее общее впечатление о скорости эмоциональных проявлений. Влияние временной структуры меняющейся части возможно лишь на «втором шаге» обработки информации. Обратим внимание, что время ответа, несмотря на более низкую чувствительность к требованиям статистики, подчиняется той же самой системе детерминант, что и точность оценок, а следовательно, является еще одним показателем эффективности восприятия выражений лица в условиях стробоскопической экспозиции любой формы. При этом диагностическое значение имеют не только средние значения ВР, но и степень расхождения/совпадения длительностей верных и ошибочных оценок.



Безусловно, речь не идет об абсолютном совпадении данных. На уровне слабой тенденции точность оценок в условиях ступенчатой сильно выраженной стробоскопической экспрессии имеет более низкие значения, указывая на наличие чуть более сильного маскирующего эффекта. Феноменологическим основанием последнего служит восприятие мерцающей яркости изображений, отсутствующее при прямоугольной стробоскопической экспозиции. Аргументом в пользу своеобразия влияний ступенчатой формы стробоскопической экспозиции является и то, что в этих условиях оценка эмоции совершается на 14–16% медленнее, чем при прямоугольной экспозиции.

Зависимость восприятия базовых эмоций от их интенсивности. Эксперимент 2

Эксперимент 2 был направлен на поиск обстоятельств, которые могли бы содействовать повышению относительной точности распознавания эмоций при ступенчатой стробоскопической экспозиции лица. В исследованиях восприятия реальных изменений выражений лица к числу подобных обстоятельств относят снижение интенсивности эмоциональных экспрессий.

Методика

Планируя это исследование, авторы воспользовались стимульным материалом, оборудованием, процедурой и способами обработки данных, использованных в эксперименте 1. Основные изменения коснулись выраженности экспрессий: она понизилась в два раза. Интенсивность дополнительных экспрессий (кадры 2 и 4) составила 25%, центральной экспрессии (кадр 3) — 50%. Экспозиция динамических паттернов ограничивалась наиболее трудным для оценки временем — 50 мс (10+30+10 мс). В исследовании участвовала новая группа испытуемых — студентов московских вузов (42 человека: 13 мужчин и 28 женщин, 17–35 лет, медиана — 19 лет) с нормальным или скорректированным до нормального зрением. Эксперимент включал 144 пробы, которые были равномерно распределены по четырем блокам (36 проб в каждом). Анализировалось влияние модальности слабых динамических экспрессий на точность и продолжительность их оценок. Результаты эксперимента 2 сопоставлялись с результатами эксперимента 1, полученными при минимальном времени экспозиции сильно выраженных динамических экспрессий (50 мс). По данным обоих экспериментов строилась регрессионная модель, рассчитывались линейные контрасты между оценками точности сильно и слабо выраженных экспрессий в условиях ступенчатой стробоскопической экспозиции.

Результаты исследования

Точность распознавания экспрессий. Рейтинги точности распознавания слабых и сильных экспрессий в условиях ступенчатой стробоскопической экспозиции в целом совпадают. Наиболее адекватно оцениваются экспрессии радости (0,76), удивления (0,66), отвращения (0,62); значительно хуже — экспрессии печали (0,27), гнева (0,24) и особенно страха (0,16). Главное отличие состоит в существенном возрастании точности оценок экспрессии отвращения (на 0,17) и одновременном снижении точных оценок экспрессий печали (0,16) и страха (0,11). С увеличением количества проб (номера блока) точность распознавания слабо выраженных экспрессий незначительно возрастает. Точность оценок слабо выраженных экспрессий в зависимости от их модальности и количества проб приведена в табл. 4 и на рис. 10.



Таблица 4

Средняя точность оценок слабо выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоции и номера блока

| Экспрессия | Блок 1 | Блок 2 | Блок 3 | Блок 4 | Среднее |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| Радость | 0,70 | 0,74 | 0,80 | 0,82 | 0,76 (0,72) |
| Удивление | 0,60 | 0,67 | 0,70 | 0,70 | 0,66 (0,71) |
| Отвращение | 0,59 | 0,62 | 0,67 | 0,62 | 0,62 (0,45) |
| Печаль | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,30 | 0,27 (0,43) |
| Гнев | 0,25 | 0,22 | 0,28 | 0,21 | 0,24 (0,24) |
| Страх | 0,13 | 0,19 | 0,16 | 0,16 | 0,16 (0,27) |
| Среднее | 0,42 | 0,45 | 0,47 | 0,47 | 0,45 (0,47) |

Примечание. В скобках показаны средние значения сильно выраженных экспрессий минимальной длительности (50 мс, данные эксперимента 1).

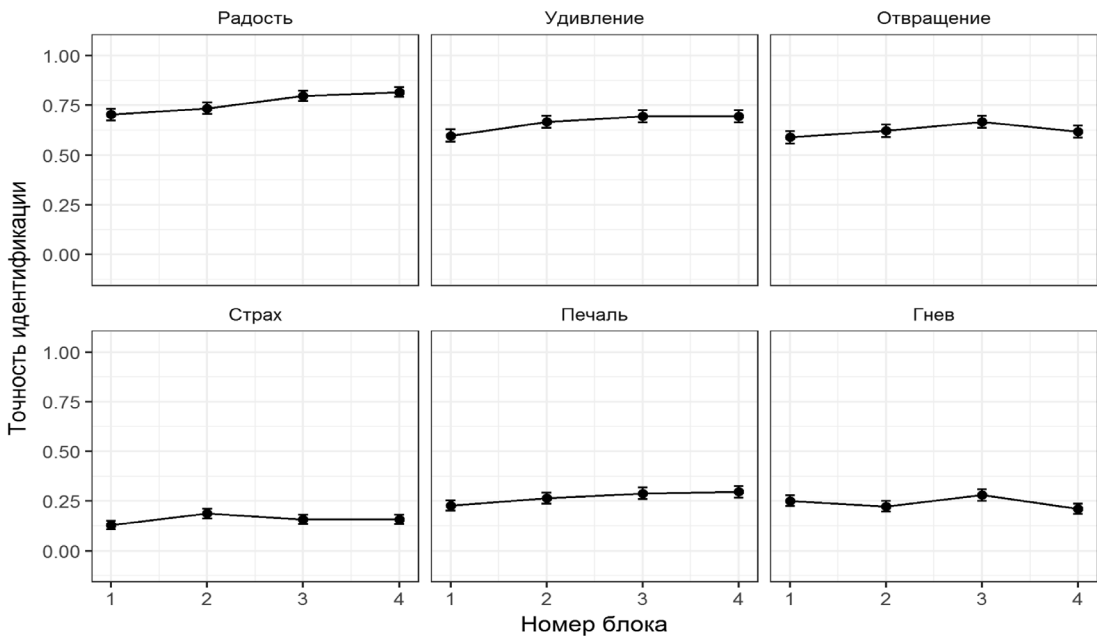


Рис. 7. Средняя точность оценок слабо выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоции и номера блока

Смешанная регрессионная модель, построенная по данным первого и второго экспериментов (для проб с минимальным временем экспозиции), объясняет 35% дисперсии данных (для фиксированных факторов $R^2_m = 0,23$; для полной модели $R^2_c = 0,35$). Анализ линейных контрастов показывает, что по сравнению с распознаванием сильно выраженных экспрессий точность оценок экспрессий радости, удивления и гнева не изменилась, экспрессий страха и печали значительно снизилась, а экспрессии отвращения возросла. Результаты (z-оценки и скорректированные уровни значимости линейных контрастов) приведены в табл. 5.

Категориальные профили оценок. С минимальными «ошибками» в эксперименте 2 оцениваются экспрессии радости, удивления и отвращения. Экспрессия удивления иногда принимается за страх, экспрессия отвращения принимается за гнев. Наиболее низкие оценки точности возникают при экспозиции экспрессий страха, печали и гнева. Экспрессия



Таблица 5

Линейные контрасты между оценками сильно и слабо выраженных ступенчатых стробоскопических экспрессий

| Экспрессия | z-оценки | p-уровень |
|------------|----------|-----------|
| Радость | -0,851 | 0,999 |
| Удивление | 1,483 | 0,928 |
| Отвращение | -3,925 | 0,004 |
| Страх | 3,209 | 0,045 |
| Печаль | 3,842 | 0,005 |
| Гнев | -0,170 | 1 |

страха воспринимается в основном как удивление, реже — как спокойное состояние. Печаль и гнев по-разному смешиваются с другими базовыми эмоциями, уступая лишь спокойному состоянию лица. Профили оценок на рис. 8 с небольшими изменениями воспроизводят похожие паттерны, которые обнаружили при экспозиции сильно выраженных ступенчатых стробоскопических экспрессий (рис. 4). Основные отличия состоят в том, что в условиях слабо выраженных экспрессий: 1) для высокоаттрактивных экспрессий увеличивается относительное число верных ответов; 2) для низкоаттрактивных экспрессий число этих ответов сокращается, а доминантное значение приобретают альтернативные категории: для экспрессии страха — удивление, для экспрессий гнева и печали — спокойное состояние лица.

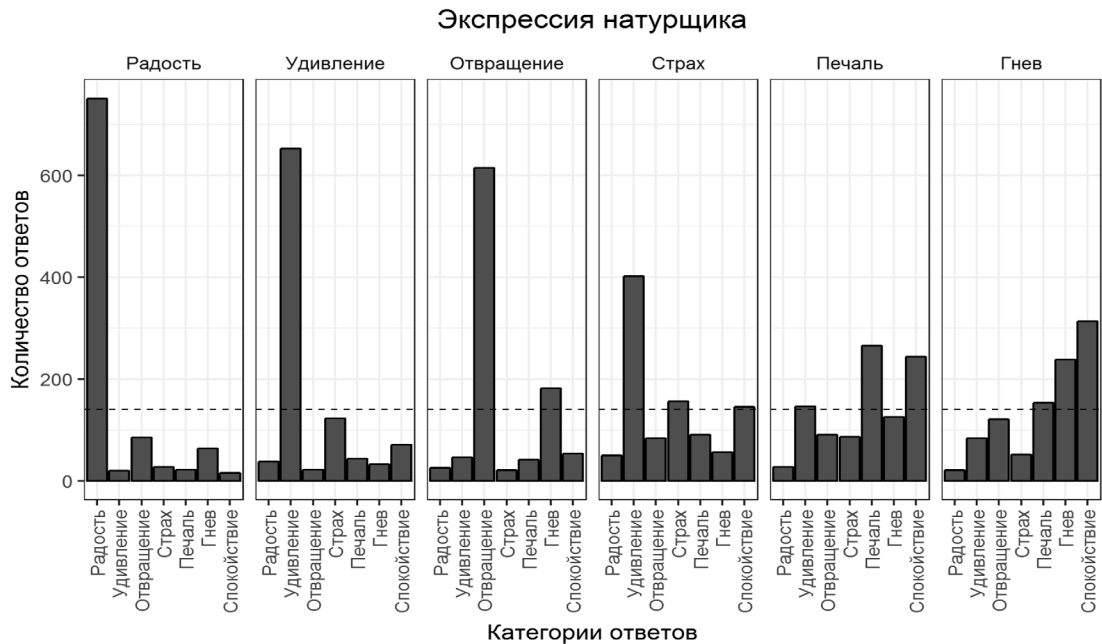


Рис. 8. Категориальные профили оценок слабо выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоции. Пунктиром отмечен случайный уровень ответов

Время ответа. Полученные результаты показывают, что наиболее быстро распознаются эмоции радости (2144 мс), удивления (2299 мс) и отвращения (2211 мс), существенно



медленнее — гнева (2630 мс), страха (2518 мс) и печали (2515 мс). Увеличение количества проб приводит к снижению времени ответа для всех экспрессий. Регрессионная модель, связывающая точность ответа с модальностью эмоции и номером блока (1–4), объясняет 21% дисперсии данных (для фиксированных факторов $R^2_m = 0,08$; для полной модели $R^2_c = 0,21$). Линейные контрасты показали, что значимые различия во времени ответа наблюдаются при переходе от первого блока эксперимента ко второму (контрасты между первым блоком и каждым из последующих значимы для экспрессий всех модальностей, $p < 0,01$).

По сравнению с данными эксперимента 1 (экспозиция сильно выраженной экспрессии 50 мс) время ответа для каждой из протестированных модальностей увеличивается в среднем на 41–48%. При экспозиции высокоаттрактивных эмоций (радость, удивление, отвращение) верные оценки делаются быстрее ошибочных, причем, чем точнее оценка, тем больше величина рассогласования. При экспозиции паттернов низкоаттрактивных эмоций (страх, печаль, гнев) эта тенденция сменяется переплетением значений верных и ошибочных оценок: каждая из них может выполняться и быстрее, и медленнее, а в каких-то случаях совпадать друг с другом; каждой эмоции соответствует общий уровень значения ВР. Среднее время ответа в соответствии с модальностью эмоций, адекватностью ответов и номером блока представлено на рис. 9 и 10 и в табл. 6.

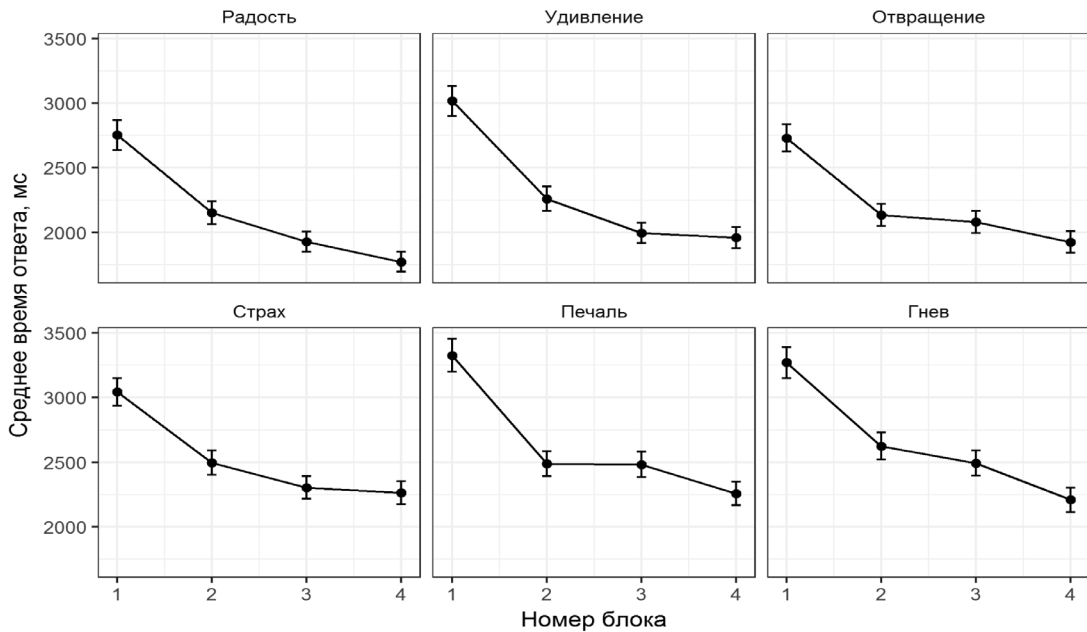


Рис. 9. Среднее время ответа при оценке слабо выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоции и номера блока

Обсуждение результатов

Главный результат выполненного исследования состоит в обнаружении возможности повышения относительной точности распознавания базовых эмоциональных экспрессий при ослаблении их интенсивности в условиях ступенчатой стробоскопической экспозиции лица. Эффект сенсibilизации носит избирательный характер и непосредственно проявляется при демонстрации эмоции отвращения. Средняя величина эффекта



Таблица 6

Среднее время оценки слабо выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоции и номера блока

| Экспрессия | Блок 1 | Блок 2 | Блок 3 | Блок 4 | Среднее |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| Радость | 2754 | 2152 | 1927 | 1772 | 2144 (1519) |
| Удивление | 3016 | 2260 | 1994 | 1959 | 2299 (1594) |
| Отвращение | 2730 | 2134 | 2082 | 1926 | 2212 (1552) |
| Печаль | 3327 | 2489 | 2481 | 2257 | 2616 (1770) |
| Страх | 3044 | 2496 | 2304 | 2265 | 2521 (1830) |
| Гнев | 3271 | 2625 | 2493 | 2209 | 2630 (1783) |
| Среднее | 3023 | 2359 | 2213 | 2064 | 2416 (1675) |

Примечание. В скобках показаны средние значения времени ответа при экспозиции сильно выраженных экспрессий (50 мс, данные эксперимента 1).

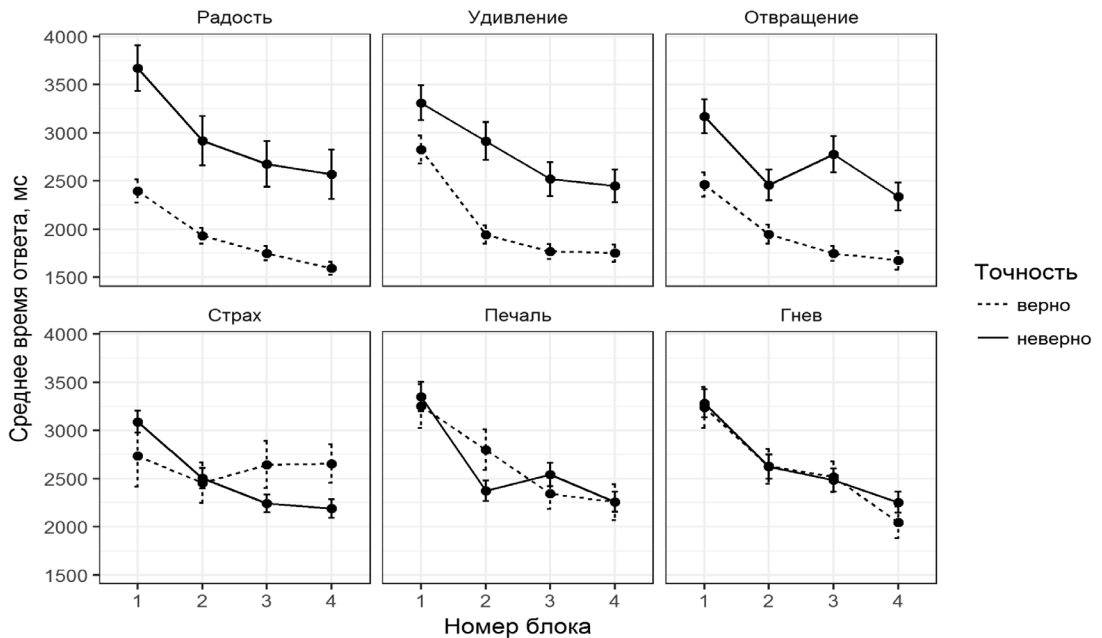


Рис. 10. Верные и ошибочные оценки слабо выраженных экспрессий в зависимости от модальности эмоции и номера блока

по отношению к уровню восприятия сильной экспрессии — 27%. Две другие слабо выраженные эмоции — печаль и страх — в этих же условиях подвержены *стробоскопической маскировке* — воспринимаются менее адекватно, чем сильно выраженные. Точность распознавания снижается на 37% (печаль) и 41% (страх). Оба эффекта находят отражение во времени решения зрительной задачи. Общая тенденция состоит в том, что чем точнее распознается модальность экспрессий, тем короче длится его оценка. Усложнение условий — укороченная длительность, низкая интенсивность, ступенчатая форма стробоскопической экспозиции экспрессий усиливают неопределенность зрительной задачи и расширяют требования к когнитивным ресурсам наблюдателя. Длительность перцептивного процесса возрастает.



Наряду с эксплицитной формой эффекта сенсibilизации существуют его скрытые, *имплицитные* формы. Они обнаруживаются в ходе анализа категориальных профилей оценок низкоаттрактивных экспрессий. Оказалось, что при экспозиции слабо выраженной экспрессии страх в 2,4 раза чаще воспринимается как удивление. В условиях же сильно выраженной экспрессии ответы «страх» и «удивление» даются одинаково часто. Это означает, что при экспозиции данного выражения лица его оценка действительно выполняется точнее, но за счет не основной, а *дополнительной* экспрессии, признаки которой объективно присутствуют в исходном изображении. Эффект стробоскопической сенсibilизации соотносится с впечатлением удивления, как части выражения страха. Та же логика, хотя и не столь ярко просматривается при анализе слабо выраженных экспрессий печали и гнева, воспринимаемых наблюдателями как спокойные выражения лица. Отметим, что монотонный рост ответов «спокойное лицо» говорит о приближении к нижнему порогу восприятия эмоций (Барабанщиков, 2016). Подтверждением сказанному является динамика времени выполнения зрительных задач. В отличие от высокоаттрактивных, низкоаттрактивные эмоции не инициируют масштабных устойчивых рассогласований верных и ошибочных оценок, реализуя смешанную тенденцию их отношений в рамках примерно одного и того же времени ответа.

Сравнивая полученные результаты с результатами исследований распознавания этих же экспрессий в условиях пониженной четкости изображений при прямоугольной форме стробоскопической экспозиции лица (Барабанщиков, Королькова, Лободинская, 2016), трудно заметить их принципиальное сходство:

- многогранность влияния кажущегося изменения выражения лица на точность его распознавания;
- наличие эффектов стробоскопической сенсibilизации при экспозиции низкоаттрактивных экспрессий;
- высокая резистентность — способность противостоять ограничительным влиянием ситуации высокоаттрактивных экспрессий;
- присутствие стробоскопической маскировки;
- возможность совмещения эффектов сенсibilизации и маскировки при восприятии одной и той же экспрессии;
- близость условий возникновения эффектов сенсibilизации: обе ее формы предполагают высокую неопределенность демонстрируемой экспрессии (приближение к зоне нижнего порога точности), короткую длительность экспозиции, размытость изображения либо снижение интенсивности экспрессий, конгруэнтность экспонируемого содержания, его соответствие логике реальных проявлений эмоций.

Выводы

1. Основные тенденции восприятия, обнаруженные при резкой, прямоугольной смене изображений мимики во время стробоскопической экспозиции лица, полностью сохраняются при более плавных ступенчатых экспозициях.

2. Независимо от формы стробоскопической экспозиции определяющим фактором точности оценок модальности эмоций является отношение длительностей неизменной (спокойное лицо) и меняющейся (экспрессия лица) частей зрительного поля, создающее общее впечатление о скорости эмоциональных проявлений. Влияние временной структуры собственно экспрессии реализуется на «втором шаге» обработки информации, проявляясь



в небольшом усилении стробоскопической маскировки и увеличении времени ответа наблюдателей.

3. Продолжительность выполнения зрительной задачи, категориальные профили оценок, а также степень расхождения длительностей верных и ошибочных ответов, служат дополнительными показателями эффективности восприятия эмоциональных выражений лица в условиях стробоскопической экспозиции любой исследованной формы.

4. При снижении интенсивности экспрессий в два раза в условиях ступенчатой стробоскопической экспозиции относительная точность оценок низкоаттрактивных эмоций (отвращения, печали, страха и гнева) повышается. Сенсibilизация и маскировка соотносятся как с основными, так и с дополнительными признаками модальностей экспрессий. Наблюдаются эффекты, зарегистрированные в условиях прямоугольной стробоскопической экспозиции размытых изображений лица. Различные условия создания нечетких восприятий эмоциональных выражений натурщиков вызывают сходную динамику когнитивно-коммуникативных процессов наблюдателя.

Полученные результаты подтверждают представление об общности влияния различных форм стробоскопической экспозиции мимики лица на распознавание эмоций. Апробирован еще один метод экспериментального изучения восприятия «живого» лица.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, проект № 18-18-00350 «Восприятие в структуре невербальной коммуникации».

Литература

1. Барабанщиков В.А. Динамика восприятия выражений лица. М: Когито-Центр, 2016. С. 378
2. Барабанщиков 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.
3. Барабанщиков В.А., Королькова О.А., Лободинская Е.А. Влияние микропаузы на распознавание базовых экспрессий при стробоскопической экспозиции лица // Лицо человека в пространстве общения. М.: МИП; Когито-Центр, 2016. С. 339–353.
4. Барабанщиков В.А., Королькова О.А., Лободинская Е.А. Влияние кажущегося движения расфокусированного изображения лица на распознавание базовых эмоций // Актуальные проблемы психологии и педагогики в современном мире: сборник трудов участников III Международной научно-практической конференции / Ред. Н.Б. Карабущенко, Н.Л. Сунгурова. М.: РУДН, 2017. С. 50–58.
5. Барабанщиков В.А., Королькова О.А., Лободинская Е.А. Зависимость восприятия лицевых экспрессий от пространственно-временной структуры экспозиции // Когнитивные механизмы невербальной коммуникации / Ред. В.А. Барабанщиков. М.: Когито-Центр, 2017. С. 48–101.
6. Барабанщиков В.А., Королькова О.А., Лободинская Е.А. Оценка эмоциональных экспрессий различной степени четкости // Фундаментальные и прикладные исследования современной психологии: результаты и перспективы развития / Отв. ред. А.Л. Журавлев, В.А. Кольцова. М.: ИПРАН, 2017. С. 417–422.
7. Ambadar Z., Schooler J.W., Cohn J.F. Deciphering the Enigmatic Face: The Importance of Facial Dynamics in Interpreting Subtle Facial Expressions // Psychological Science. 2005. Vol. 16. № 5. P. 403–410. doi: 10.1111/j.0956-7976.2005.01548.x
8. Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4 // Journal of Statistical Software. 2015. Vol. 67. № 1. P. 1–48 doi: 10.18637/jss.v067.i01
9. Cosker D., Krumhuber E., Hilton A. Perception of linear and nonlinear motion properties using a FACS validated 3D facial model // Proceedings of the 7th Symposium on Applied Perception in Graphics and



- Visualization – APGV '10. / Eds. D. Gutierrez, J. Kearney, J. Banks, K. Mania. N.Y.: ACM Press, 2010. P. 101–108. doi: 10.1145/1836248.1836268
10. *Cunningham D.W., Wallraven C.* Dynamic information for the recognition of conversational expressions // *Journal of Vision*. 2009. Vol. 9. № 13. P. 1–17. doi: 10.1167/9.13.7
11. *Hill H.C.H., Troje N.F., Johnston A.* Range- and domain-specific exaggeration of facial speech // *Journal of Vision*. 2005. Vol. 5. № 10. P. 793–807. doi: 10.1167/5.10.4
12. *Langner O., Dotsch R., Bijlstra G., Wigboldus D.H.J., Hawk S.T., Knippenberg A. van.* Presentation and validation of the Radboud Faces Database // *Cognition & Emotion*. 2010. Vol. 24. № 8. P. 1377–1388. doi: 10.1080/02699930903485076
13. *Leonard C.M., Voeller K.K.S., Kuldau J.M.* When's a Smile a Smile? Or how to Detect a Message by Digitizing the Signal // *Psychological Science*. 1991. Vol. 2. № 3. P. 166–172. doi: 10.1111/j.1467-9280.1991.tb00125.x
14. *Recio G., Sommer W., Schacht A.* Electrophysiological correlates of perceiving and evaluating static and dynamic facial emotional expressions // *Brain Research*. 2011. Vol. 1376. № 2. P. 66–75. doi: 10.1016/j.brainres.2010.12.041
15. *Sato W., Yoshikawa S.* The dynamic aspects of emotional facial expressions // *Cognition & Emotion*. 2004. Vol. 18. № 5. P. 701–710. doi: 10.1080/02699930341000176
16. *Wallraven C., Breidt M., Cunningham D.W., Bülthoff H.H.* Evaluating the perceptual realism of animated facial expressions // *ACM Transactions on Applied Perception*. 2008. Vol. 4. № 4. P. 1–20. doi: 10.1145/1278760.1278764

RECOGNITION OF FACIAL EXPRESSIONS DURING STEP-FUNCTION STROBOSCOPIC PRESENTATION

BARABANSCHICOV V.A.*, *Institute of Experimental Psychology, Moscow State University of Psychology and Education; Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow, Russia,*
e-mail: vladimir.barabanshikov@gmail.com

KOROLKOVA O.A.**, *Institute of Experimental Psychology, Moscow State University of Psychology and Education; Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow, Russia; Brunel University, London, UK,*
e-mail: olga.kurakova@gmail.com

LOBODINSKAYA E.A.***, *Institute of Experimental Psychology, Moscow State University of Psychology and Education; Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow, Russia,*
e-mail: elena.lobodinskaya@gmail.com

We studied the perception of human facial emotional expressions during step-function stroboscopic presentation of changing mimics. Consecutive stages of each of the six basic facial expressions were pre-

For citation:

Barabanshikov V.A., Korolkova O.A., Lobodinskaya E.A. Recognition of facial expressions during step-function stroboscopic presentation. *Экспериментальная психология = Experimental psychology (Russia)*, 2018, vol. 11, no. 4, pp. 50–69. doi: 10.17759/expsy.2018110405

* *Barabanshikov V.A.* Dr. Sci. (Psychology), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Education, Head of Institute of Experimental Psychology, MSUPE; Dean, Faculty of Psychology, Moscow Institute of Psychoanalysis. E-mail: vladimir.barabanshikov@gmail.com

** *Korolkova O.A.* Cand. Sci. (Psychology), Senior Research Associate, Institute of Experimental Psychology, Moscow State University of Psychology and Education; acting Assistant Professor, Chair of General Psychology, Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow, Russia; Research fellow, Department of Life Sciences, College of Health and Life Sciences, Brunel University London. E-mail: olga.kurakova@gmail.com

*** *Lobodinskaya E.A.* Research Associate, Institute of Experimental Psychology, MSUPE; Reader, Moscow Institute of Psychoanalysis. E-mail: elena.lobodinskaya@gmail.com



sented to the participants: neutral face (300 ms) – expression of medium intensity (10–40 ms) – intense expression (30–120 ms) – expression of medium intensity (10–40 ms) – neutral face (100 ms). Alternative forced choice task was used to categorize the facial expressions. The results were compared to previous studies (Barabanshikov, Korolkova, Lobodinskaya, 2015; 2016), conducted using the same paradigm but with boxcar-function change of the expression: neutral face – intense expression – neutral face. We found that the dynamics of facial expression recognition, as well as errors and recognition time are almost identical in conditions of boxcar- and step-function presentation. One factor influencing the recognition rate is the proportion of presentation time of static (neutral) and changing (facial expression) aspects of the stimulus. In suboptimal conditions of facial expression perception (minimal presentation time of 10+30+10 ms and reduced intensity of expressions) we revealed stroboscopic sensibilization – a previously described phenomenon of enhanced recognition rate of low-attractive expressions (disgust, sadness, fear and anger), which has been previously found in conditions of boxcar-function presentation of expressions. We confirmed the similarity of influence of real and apparent motion on the recognition of basic facial emotional expressions.

Keywords: apparent motion, expression recognition, face stroboscopic exposition, stroboscopic sensibilization of emotional facial expression.

Funding

The study was supported by Russian Science Foundation, project No 18-18-00350 “Perception in the structure of nonverbal communication”.

References

1. Ambadar Z., Schooler J.W., Cohn J.F. Deciphering the Enigmatic Face: The Importance of Facial Dynamics in Interpreting Subtle Facial Expressions. *Psychological Science*, 2005, vol. 16, no. 5, pp. 403–410. doi: 10.1111/j.0956-7976.2005.01548.x
2. Barabanshikov V.A. *Dynamics of facial expressions perception*. Moscow, Kogito-Tsentr, 2016. (In Russ.).
3. Barabanshikov V.A., Korolkova O.A., Lobodinskaya E.A. Otsenka emotsional'nykh ekspressii razlichnoi stepeni chetkosti [Evaluation of emotional expressions of varying degrees of clarity]. In A.L. Zhuravlev, V.A. Koltsova (eds.), *Fundamental'nye I prikladnye issledovaniia sovremennoi psikhologii: rezul'taty I perspektivy razvitiia* [Fundamental and applied research of modern psychology: results and development prospects]. Moscow, IPRAS Publ., 2017. pp. 417–422. (In Russ.).
4. Barabanshikov V.A., Korolkova O.A., Lobodinskaya E.A. Vliianie kazhushchegosia dvizheniia rasfokusirovannogo izobrazheniia litsa na raspoznavanie bazovykh emotsii [The influence of the apparent movement of the defocused face image on the recognition of basic emotions]. In N.B. Karabushchenko, N.L. Sungurova (eds.), *Aktual'nye problemy psikhologii I pedagogiki v sovremennom mire: sbornik trudov uchastnikov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual problems of psychology and pedagogy in the modern world: a collection of works of participants of the III International Scientific and Practical Conference]. Moscow, RUDN Publ., 2017. pp. 50–58. (In Russ.).
5. Barabanshikov V.A., Korolkova O.A., Lobodinskaya E.A. Vliianie mikropauzy na raspoznavanie bazovykh ekspressii pri strobooskopicheskoi ekspozitsii litsa [The role of brief ISI in perception of facial emotional expressions during stroboscopic exposition]. In K.I. Ananyeva, V.A. Barabanshikov, A.A. Demidov (eds.), *Litsa cheloveka v prostranstve obshcheniia* [Human face in the communicational space]. Moscow, Cogito-Center Publ., 2016. pp. 339–353. (In Russ.).
6. Barabanshikov V.A., Korolkova O.A., Lobodinskaya E.A. Vospriyatие emotsional'nykh ekspressii litsa pri ego maskirovke I kazhushchemsya dvizhenii [Perception of facial expressions during masking and apparent motion]. *Ekspierimental'naya psikhologiya* [Experimental Psychology (Russia)], 2015, vol. 8, no. 1, pp. 7–27. (In Russ.; abstr. in Engl.).
7. Barabanshikov V.A., Korolkova O.A., Lobodinskaya E.A. Zavisimost' vospriiatiia litsevykh ekspressii ot prostranstvenno-vremennoi struktury ekspozitsii [The dependence of the perception of facial expressions on the spatial-temporal structure of the exposure]. In V.A. Barabanshikov (ed.), *Kognitcionye mekhanizmy*



- neverbal'noi kommunikatsii [Cognitive mechanisms of non-verbal communication]*. Moscow, Cogito-Center Publ., 2016. pp. 48–101. (In Russ.).
8. Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 2015, vol. 67, no. 1, pp. 1–48. doi: 10.18637/jss.v067.i01
 9. Cosker D., Krumhuber E., Hilton A. Perception of linear and nonlinear motion properties using a FACS validated 3D facial model. *Proceedings of the 7th Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization – APGV '10*. N.Y., ACM Press, 2010. pp. 101–108. doi: 10.1145/1836248.1836268
 10. Cunningham D.W., Wallraven C. Dynamic information for the recognition of conversational expressions. *Journal of Vision*, 2009, vol. 9, no. 13, pp. 1–17. doi: 10.1167/9.13.7
 11. Hill H.C.H., Troje N.F., Johnston A. Range- and domain-specific exaggeration of facial speech. *Journal of vision*, 2005, vol. 5, no. 10, pp. 793–807. doi: 10.1167/5.10.4
 12. Langner O., Dotsch R., Bijlstra G., Wigboldus D.H.J., Hawk S.T., Knippenberg A. van. Presentation and validation of the Radboud Faces Database. *Cognition & Emotion*, 2010, vol. 24, no. 8, pp. 1377–1388. doi: 10.1080/02699930903485076
 13. Leonard C.M., Voeller K.K.S., Kuldau J.M. When's a Smile a Smile? Or how to Detect a Message by Digitizing the Signal. *Psychological Science*, 1991, vol. 2, no. 3, pp. 166–172. doi: 10.1111/j.1467-9280.1991.tb00125.x
 14. Recio G., Sommer W., Schacht A. Electrophysiological correlates of perceiving and evaluating static and dynamic facial emotional expressions. *Brain Research*, 2011, vol. 1376, no. 2, pp. 66–75. doi: 10.1016/j.brainres.2010.12.041
 15. Sato W., Yoshikawa S. The dynamic aspects of emotional facial expressions. *Cognition & Emotion*, 2004, vol. 18, no. 5, pp. 701–710. doi: 10.1080/02699930341000176
 16. Wallraven C., Breidt M., Cunningham D.W., Bülthoff H.H. Evaluating the perceptual realism of animated facial expressions. *ACM Transactionson Applied Perception*, 2008, vol. 4, no. 4, pp. 1–20. doi: 10.1145/1278760.1278764