

## НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

**ВЫРАЖЕНИЕ ЭМОЦИЙ ПОСРЕДСТВОМ МИМИКИ:  
ЭВОЛЮЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ  
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**А.А. МЕЗЕНЦЕВА<sup>1</sup>, В.В. РОСТОВЦЕВА<sup>1</sup>, Э.Р. ИМАМЕЕВ<sup>2</sup><sup>1</sup> *Институт этнологии и антропологии РАН, Москва*<sup>2</sup> *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*

Мимика играет ключевую роль в коммуникации, превосходя по информативности другие невербальные средства. В последние годы наблюдается значительный рост интереса к изучению связи между эмоциональными состояниями и мимикой, что подтверждается десятками исследований, посвященных этой теме. Особую популярность приобретают модели распознавания эмоций на основе нейронных сетей, которые находят применение в различных сферах: нейромаркетинговых исследованиях, веб-сервисах и приложениях для смартфонов (например, виртуальные помощники), а также в игровой индустрии для управления эмоциями игроков с помощью сюжета и игровых механик. Настоящая статья представляет собой обзор исследований, посвященный разносторонним аспектам детекции мимических движений. В ней рассматривается ряд факторов, участвующих в формировании мимических паттернов, среди которых нейронные механизмы, лежащие в основе эмоционального отклика, а также культурные и индивидуальные особенности эмоциональных реакций. Особый акцент в статье делается на подходах к изучению эмоций, выраженных с помощью мимики. Также в работе рассматриваются возможности использования современных технологий для анализа и интерпретации мимической экспрессии.

**Ключевые слова:** мимика, эмоциональные реакции, распознавание эмоций.

Термин «эмоция» широко используется в научной литературе, однако до сих пор не существует общепринятого определения этого понятия. Большинство исследователей сходятся во мнении, что эмоция представляет собой комплексную реакцию организма, включающую по крайней мере четыре компонента: 1) физиологические реакции, например, выброс нейромедиаторов (дофамина, норадреналина и др.) (Jiang et al., 2022), изменение частоты сердечных сокращений и ритма дыхания (Jerath, Beveridge, 2020; Wascher, 2021; Lin, Li, 2023); 2) поведенческие реакции — действия, направленные на избегание опасности или атаку, выражение радости и т.д. (Scarantino, Hareli, Hess, 2022); 3) эмоциональную экспрессию — особую

форму поведения, которая проявляется в мимических реакциях, таких как улыбка<sup>1</sup> (Durán, Fernández-Dols, 2021); 4) когнитивную оценку объекта, вызывающего эмоцию, как угрожающего, полезного или несущего неопределенную функциональную нагрузку (Todd et al., 2020).

**НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ,  
ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО  
ОТКЛИКА**

Во второй половине XIX в. произошла смена парадигмы в понимании природы эмоций, ознаменовавшаяся пе-

---

<sup>1</sup> В настоящей работе мы отталкиваемся от этологической концепции базовых эмоций и их относительно универсальных экспрессий, разработанной П. Экманом с соавт. (Ekman, 1992; Ekman, Friesen, 1971, 1978).

реходом от идеалистических концепций к материализму. Основой для формирования этого нового взгляда послужили революционные труды отечественных физиологов. Впервые в новом свете описал работу мозга И.М. Сеченов (Сеченов, 1942). Впоследствии материалистическая парадигма стала ключевым подходом в исследованиях лауреата Нобелевской премии И.П. Павлова (1951). В его трудах поведение и эмоциональные реакции нашли отражение в типологии высшей нервной деятельности в виде трех составляющих: силе, уравновешенности и подвижности. На основе последних были сформированы характеристики четырех темпераментов. В дальнейшем эта идея получила развитие. Например, было предложено соотносить интенсивность возбуждения и торможения с выраженностью экстраверсии и интроверсии. Так, интровертов характеризовали слабой инерцией тормозных процессов и генерацией сильного возбуждения, а экстравертов — обратным соотношением активности нервных центров (Storms, Sigal, 1958; Cahill, Polich, 1992).

В отличие от врожденных поведенческих реакций на ключевые стимулы (вид хищника, запах пищи, сигнал тревоги и пр.) эмоции возникли и были отобраны в ходе эволюции, потому что способствовали пластичности и, как следствие, адаптивности поведения (Gračanin, Kardum, 2006, цит. по: Šimić et al., 2021). Среди прочего адаптивные способности, такие как поиск пищи, воды и крова, выбор партнера, забота о потомстве, а также, что особенно важно, избегание опасных для жизни ситуаций, вероятно, были критическими для выживания (Дарвин, 1865). Было высказано предположение, что с развитием лимбической системы стереотипные поведенческие акты сменяются на более сложные компоненты поведения (Adolphs, Anderson, 2018).

На сегодняшний день среди подкорковых нервных центров одной из самых

изученных структур мозга, особенно в контексте его роли в активации стрессового ответа (реакций страха и агрессивного поведения, которые в большей степени связаны с реакциями так называемого короткого пути) является мендалевидное тело — амигдала (Delgado, Rosvold, ooney, 1956; Haller, 2018; Šimić et al., 2021). Короткий путь получил свое название по причине коротколатентности: он не требует длительного по времени вовлечения высших корковых центров. Такой путь играет ключевую роль в ситуациях опасности, позволяя быстро мобилизовать ресурсы организма к действию и избеганию потенциальной опасности. Связь короткого пути амигдалы с гипоталамусом способствует гуморальному и вегетативному ответу (LeDoux, 2012). Это приводит к выраженным физиологическим реакциям (усиление потоотделения, учащение сердцебиения и частоты дыхательных движений), что объясняет сопровождение эмоциональных реакций потоотделением, покраснением лица, расширением зрачков и т.д. (Jerath, Beveridge, 2020; Wascher, 2021; Lin, Li, 2023). При отсутствии явной угрозы перед вызовом эмоционального ответа сигнал проходит по длинному пути, активируя сложную обработку контекстуальной информации корковыми центрами (в особенности гиппокампом). Таким образом, системы, задействованные в длинном пути, так или иначе работают с осознанными реакциями, воспоминаниями и опытом человека. Рассмотрим их функции подробнее.

Лимбическая система отвечает за эмоциональную рефлексию и обработку сигналов, ассоциированных с эмоциями. Особую роль в этом процессе играет пре-моторная кора: именно в этой корковой проекции лимбической системы были открыты широко известные зеркальные нейроны (Rizzolatti et al., 1996; Bonini et al., 2022; Heyes, Catmur, 2022). Они обеспечивают способность человека эмоционально

реагировать на мимику других людей. Реакция может проявляться как подражание этой мимике (facial mimicry), что позволяет лучше понять действия и намерения партнера (Gallese et al., 2006), в том числе, путем повторения выражения лица. Впоследствии эту область мозга стали рассматривать в роли материального субстрата эмпатии (Kemmerer, 2021). Патология лобных долей приводит к ухудшению распознавания эмоций, в частности, было показано, что люди с повреждениями префронтальной коры хуже распознают страх, грусть и гнев, у них также есть проблемы с исполнительными функциями (гибкостью мышления, планированием), бывают задержки реакции, они хуже справляются с задачами на контроль импульсивности (Ouerchefani et al., 2023).

Физиологические корреляты эмоций исследуются электрофизиологическими (электроэнцефалография, кожно-гальваническая реакция, электромиография) и не связанными с биопотенциалами (пневмография, фотоплетизмография) методами. Особого внимания заслуживает регистрация вызванных потенциалов (нейрофизиологических ответов на внешний или эндогенный стимул). Данный метод способствует значительному прогрессу в нейробиологии эмоций. Было показано наличие специальных сенсорных (визуальных, слуховых и пр.) путей, вовлекающих лимбическую систему в восприятие стимула, что придает последнему определенную эмоциональную окраску (Иваницкий, Стрелец, Корсаков, 1984; Bielser et al., 2016). Также с помощью вызванных потенциалов удалось пролить свет на нейронные механизмы выделения субъективно значимых событий (Najcsak, Foti, 2020) и эмоциогенной детекции семантических ошибок (Hoemann et al., 2021; Yu et al., 2022). Обнаружена и определенная связь между профилем когнитивного Р300 и типом личности: интроверты обычно имеют меньшие амплитуды потенциала, чем

экстраверты (Cahill, Polich, 1992). В свою очередь, семантический потенциал N400 проявляется при рассогласовании между значением слова и его эмоциональной окраской (Chen et al., 2013; Schauenburg et al., 2019). В свою очередь, детекция изменения простых сенсорных сигналов не требует сознательной обработки информации и может осуществляться в состоянии сна, сопора, комы и т.д. (SanMiguel et al., 2013; Tivadar, Knight, Tzovara 2021)

Подчеркнем, что при интерпретации данных, полученных с помощью описанных методов, возникают определенные сложности. Одни и те же нервные центры могут активироваться при разных эмоциональных состояниях, что усложняет качественную оценку эмоций. Например, деятельность упомянутой ранее амигдалы не только способствует возникновению оборонительной реакции, но и влияет на пищевое поведение (Holland, Gallagher, 2004).

#### **ВЫРАЖЕНИЕ ЭМОЦИЙ С ПОМОЩЬЮ МИМИКИ**

Существует несколько подходов к исследованию выражения эмоций с помощью мимики. В биологических и этологических исследованиях широко применяются подходы, основанные на разработках П. Экмана и его коллег (см., например: Ekman, Friesen, 1971; Ekman, 1992). Результаты многочисленных трудов этих авторов указывают на универсальность по крайней мере некоторых выражений эмоций на лице, в рамках их концепции особенно выделяются шесть базовых эмоциональных состояний: радость, грусть, гнев, страх, удивление и отвращение, которые проявляются и распознаются по мимике схожим образом в различных культурах (Там же). Предполагается, что способность выражать и распознавать эти эмоции является врожденной. Это подтверждается наблюдениями,

показывающими, что люди, слепые от рождения, выражают эмоции так же, как и зрячие (Charlesworth, Kreutzer, 1973; цит. по: Liu, Du Toit, 2021).

В то же время существуют некоторые особенности мимической экспрессии, формирующиеся под влиянием культурных предписаний и индивидуальных различий. В этом плане самая широко известная теория о культурных предписаниях экспрессии принадлежит Э. Холлу (Hall, 1989). Согласно ей все общества делятся на низкоконтекстные (важен контекст общения, эмоции выражаются менее открыто, и значительная часть информации передается имплицитно) и высококонтекстные (акцент на вербальной коммуникации, эмоции выражаются прямо). Экспериментальные исследования также указывают на более низкий профиль интенсивности и сдержанность в выражении эмоций (в частности, с помощью мимики) у представителей высококонтекстных культур (китайцы, японцы) по сравнению с низкоконтекстными (голландцами, американцами). Это касается как спонтанных, так и наигранных выражений лица (Fang et al., 2022; Sato et al., 2019).

Помимо культурных различий в эмоциональной экспрессивности наблюдаются значительные гендерные различия. Исследования в целом указывают на то, что женщины больше подвержены эмоциональным реакциям, чем мужчины, что прослеживается на кросс-популяционном уровне (Chentsova-Dutton, Tsai, 2007). В частности, женский пол более экспрессивно реагирует на неприятные, а также вызывающие страх и отвращение стимулы (Al-Shawaf, Lewis, Buss, 2018; Rattel et al., 2020). Эти различия прослеживаются в физиологических реакциях как на уровне сердечно-сосудистой системы – у женщин при восприятии неприятного стимула наблюдается существенное замедление сердечного ритма (Bianchin,

Angrilli, 2012). Мужчины, в свою очередь, экспрессивнее реагируют на стимулы, связанные с женской привлекательностью (Rattel et al., 2020).

Интенсивность эмоциональной экспрессии и частота тех или иных выражений лица сильно варьируют также в зависимости от личностных особенностей, поскольку мимические проявления тесно связаны с нервной и гормональной системами, а также с психологическими особенностями (Keltner, 1996). Исследования демонстрируют сильную корреляцию между профилем интенсивности мимики и личностными чертами, такими как нейротизм, интроверсия и экстраверсия (Dong et al., 2022). Люди с высоким уровнем нейротизма имеют низкие пороги активации, при столкновении с небольшими стрессорами не могут подавлять или контролировать свои эмоциональные реакции (страх и гнев) и испытывают сильное эмоциональное возбуждение, приводящее к борьбе или бегству, легко поддаются стрессу и фрустрации (Evren et al., 2013). Наличие невротических черт может сопровождаться более низким уровнем серотонина – одного из нейромедиаторов, участвующего в регуляции настроения. Интроверсия, также как нейротизм, ассоциируется с выражением отрицательных эмоций (тревоги, страха). А экстраверсия, напротив, связана с более частыми проявлениями положительных эмоций (например, ощущения счастья), что нередко коррелирует с высоким уровнем дофамина в организме (Chmielowiec et al., 2018, цит. по: Ekundayo, Viriri, 2021).

Наконец, повторение одних и тех же мимических движений приводит к появлению статических морщин, которые фиксируют привычные выражения лица. Челюстно-лицевые хирурги и косметологи прекрасно знают, что мимические морщины, образующиеся при демонстрации эмоций, с возрастом запечатлеваются на нейтральном (с нейтральным

эмоциональным выражением) статичном лице, причем их наличие, локализация и выраженность носят индивидуальный характер и зависят от частоты проявления эмоций (Hillebrand, Soininen, Snoeijs, 2010). На сегодняшний день хорошо известно о предрасположенности женщин к более частому выражению позитивных эмоций (с помощью улыбки), а также грусти и страха, по сравнению с мужчинами. Мужчины, в свою очередь, посредством мимики чаще демонстрируют гнев (см. метаанализ: McDuff, Girard, Kaliouby, 2017). В значительном числе исследований подчеркивается особая значимость эмоции отвращения именно для женщин, поскольку в целом они ей подвержены больше (Al-Shawaf, Lewis, Buss, 2018).

Хотя большинство исследований по изучению «запечатленных» выражений лица проводилось на возрастных выборках, современные работы предполагают возможность распознавания «предпочитаемых эмоций» и у молодежи. Человеческое восприятие, а также искусственные нейронные сети, построенные по его принципу, способны к такому распознаванию (Kachur et al., 2020; Ростовцева, Бутовская, 2022).

#### **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МИМИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ЭМОЦИЙ**

Работа по совершенствованию методов распознавания мимического выражения эмоций у человека ведется уже несколько десятилетий. В этом направлении исторически сложились два теоретических подхода: категориальный и размерный. В соответствии с последним эмоции можно различать только по измерениям валентности и возбуждения (Ekman, Friesen, 1971). Валентность определяет, является эмоциональное состояние человека положительным или отрицательным, тогда как возбуждение описывает уровень эмоциональной активации. Например,

в психофизиологии для определения степени эмоциональной возбудимости часто используют такие техники, как измерение проводимости кожи (Kreibig, 2010; Golland, Keissar, Levit-Binnun, 2014) и электромиография лица (Mauss, Robinson, 2009; Wolf, 2015). Однако несмотря на высокую точность, эти методы имеют ряд ограничений. Измерение проводимости кожи не дает точной информации о конкретной эмоции, а электромиография лица неудобна для исследования спонтанной мимики в полевых условиях. В связи с этим в последнее время активно развиваются методы анализа мимического проявления эмоций на основе визуальных данных, полученных с помощью фото- и видеофиксации.

Категориальный подход основан на распознавании шести базовых эмоциональных состояний, помимо нейтрального: счастья, удивления, гнева, страха, отвращения, печали. Существенный вклад в развитие категориального подхода внесла научная школа П. Экмана, разработав систему кодирования лицевых движений (FACS) (Ekman, Friesen, 1978). FACS — это комплексная анатомическая система, которая может кодировать различные мимические движения с помощью комбинации базовых элементов (AU) и значительно расширяет число категорий эмоций (Zhi et al., 2021). История ее создания начинается в 1970-е гг., первая версия системы включала 23 AU — визуально различимых мимических изменений, вызванных сокращением лицевой мускулатуры. Впоследствии эта система была доработана и расширена до известной нам сегодня версии с 44 двигательными единицами. Выполнение полного FACS в течение одной минуты (что означает точное определение каждой единицы действия: когда оно начало проявляться, когда достигло своей вершины, как долго удерживалось на пике, когда начало завершаться и когда исчезло) — очень медленная и точная

работа. Традиционно такой процесс выполняется квалифицированными экспертами, изучающими замедленную видеозапись, вручную. Редко появляется только один АУ. Вместо этого их может появляться от трех до пяти, создавая впечатлительные выражения лица (Ekman, Rosenberg, 1997). Сегодня появление цифровых разработок позволило автоматизировать процесс распознавания, сделать его более быстрым, точным и перевести в плоскость количественных исследований.

FACS была положена в основу обучения нейронных сетей по распознаванию мимики, отражающей эмоции, и, несмотря на появление ряда других подходов к анализу лицевых экспрессий, она до сих пор остается наиболее популярной и широко применяемой. Сегодня нейронные сети широко используются для распознавания морфологии лица и последующего выявления видимых изменений на поверхности кожи от ее состояния, сопутствующего нейтральному эмоциональному состоянию. По сути, распознается любое мимическое движение, приводящее к такому отклонению (см. обзоры: Canedo Neves, 2019; Landmann, 2023). Для обучения нейронных сетей используются обширные наборы данных из медиаисточников, содержащие разнообразные паттерны эмоциональных выражений лица как в динамике, так и в статике (см. обзор: Ekundayo, Viriri, 2021). Впоследствии особенности мимики различных людей извлекаются, декодируются и дополняют модель, расширяя ее «представление» о возможных вариациях и способах выражения одних и тех же эмоций через мимику (Zhao, Zhang, 2016; Barros, Churamani, Sciutti, 2020; Wang et al., 2023), в частности, интенсивность экспрессии, а также с помощью различных положений головы и с учетом особенностей, сопряженных с полом, возрастом человека и анатомической структурой его лица (Ekundayo,

Viriri, 2021). Однако на сегодняшний день этот метод все еще имеет ряд важных ограничений, так как модели специализируются на распознавании выражений эмоций в условиях, представленных в наборах данных, а обучающие базы не охватывают все многообразие человеческой популяции, которое значительно затрудняет точность определения интенсивности и видов эмоций. Это имеет критическое значение не только для исследований в области антропологии, но и в контексте систем, работающих в многонациональных мегаполисах. Решение многих задач все еще за будущим.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мимика представляет собой ключевой компонент невербальной коммуникации, выступая в качестве основного канала для экспрессии эмоциональных состояний. Однако эмоциональные реакции индивида и их мимическое выражение подвержены влиянию комплекса факторов, включающих анатомические, физиологические, половозрастные особенности, а также социокультурные детерминанты, в том числе предписания и нормы, регулирующие эмоциональные проявления.

Современные исследования эмоций базируются на междисциплинарном подходе, интегрирующем достижения нейробиологии, антропологии, эволюционной психологии и общей психологии. Такой интегративный подход позволяет более глубоко изучить механизмы, лежащие в основе эмоциональных реакций и их мимических проявлений. Дальнейшая реализация этого исследовательского направления будет способствовать углублению понимания как универсальных, так и культурно-специфических аспектов эмоциональной экспрессии посредством мимики. Кроме того, это расширит потенциал практического применения

методов идентификации эмоциональных состояний человека в различных прикладных областях.

1. *Дарвин Ч.* О происхождении видов путем естественного отбора или о сохранении усовершенствованных пород в борьбе за существование. М.: Изд. А.И. Глазунова, 1865.
2. *Иваницкий А.М., Стрелец В.Б., Корсаков А.И.* Информационные процессы мозга и психическая деятельность. М.: Наука, 1984. 199 с.
3. *Павлов И.П.* Полн. собрание соч.: В 6 т. Т. 3. М.; Л.: АН СССР, 1951. 439 с.
4. *Ростовцева В.В., Бутовская М.Л.* Нейтральное лицо человека несет отпечаток его эмоциональности // Этнограф. обзор. 2022. № 6. С. 160–177.
5. *Сеченов И.М.* Рефлексы головного мозга. М.; Л.: АН СССР, 1942. 151 с.
6. *Adolphs R., Anderson D.J.* The neuroscience of emotion: A new synthesis. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 2018.
7. *Al-Shawaf L., Lewis D.M.G., Buss D.M.* Sex differences in disgust: Why are women more easily disgusted than men? // *Emotion Rev.* 2018. V. 10. N 2. P. 149–160.
8. *Barros P., Churamani N., Sciutti A.* The facechannel: A fast and furious deep neural network for facial expression recognition // *SN Computer Sci.* 2020. V 1. N 6. Art. 321.
9. *Bianchin M., Angrilli A.* Gender differences in emotional responses: A psychophysiological study // *Physiol. & Behav.* 2012. V. 105. N 4. P. 925–932.
10. *Bielser M.L.* et al. Does my brain want what my eyes like? How food liking and choice influence spatio-temporal brain dynamics of food viewing / *Bielser M.L., Crézé C., Murray M.M., Toepel U.* // *Brain and Cognition.* 2016. V. 110. P. 64–73.
11. *Bonini L.* et al. Mirror neurons 30 years later: implications and applications / *Bonini L., Rotunno C., Arcuri E., Gallese V.* // *Trends in Cognit. Sci.* 2022. V. 26. N 9. P. 767–781.
12. *Cahill J. M., Polich J.* P300, probability, and introverted/extroverted personality types // *Biol. Psychol.* 1992. V. 33. N 1. P. 23–35.
13. *Canedo D., Neves A.J.R.* Facial expression recognition using computer vision: A systematic review // *Applied Sci.* 2019. V. 9. N 21. Art. 4678.
14. *Chen X.* et al. Neural oscillatory evidence of the difference between emotional and conceptual processing in language comprehension / *Chen X., Yuan J., Guo J., You Y.* // *Neurosci. Letters.* 2013. V. 553. P. 159–164.
15. *Chentsova-Dutton Y.E., Tsai J.L.* Gender differences in emotional response among European Americans and Hmong Americans // *Cognition and Emotion.* 2007. V. 21. N 1. P. 162–181.
16. *Delgado J.M.R., Rosvold H.E., Looney E.* Evoking conditioned fear by electrical stimulation of subcortical structures in the monkey brain // *J. Comparative and Physiol. Psychol.* 1956. V. 49. N. 4. P. 373–380.
17. *Dong J.* et al. Anxious personality traits: Perspectives from basic emotions and neurotransmitters / *Dong J., Xiao T., Xu Q., Liang F., Gu F., Wang F., Huang J.* // *Brain Sciences.* 2022. V. 12. N 9. Art. 1141.
18. *Durán J.I., Fernández-Dols J.M.* Do emotions result in their predicted facial expressions? A meta-analysis of studies on the co-occurrence of expression and emotion // *Emotion.* 2021. V. 21. N 7. P. 1550–1569.
19. *Ekman P.* An argument for basic emotions // *Cognition and Emotion.* 1992. V. 6. N 3-4. P. 169–200.
20. *Ekman P., Friesen W.V.* Constants across cultures in the face and emotion // *J. Personality and Soc. Psychol.* 1971. V. 17. N 2. P. 124–129.
21. *Ekman P., Friesen W.V.* Facial action coding system: A technique for the measurement of facial movement. Palo Alto: Consulting Psychologists Press, 1978.
22. *Ekman P., Rosenberg E.L.* (eds). What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS). N.Y.: Oxford Univ. Press, USA, 1997.
23. *Ekundayo O.S., Viriri S.* Facial expression recognition: A review of trends and techniques // *Ieee Access.* 2021. V. 9. P. 136944–136973.
24. *Evren C.* et al. Personality dimensions and defense styles that are related with relapse during 12 month follow-up in male alcohol dependents / *Evren C., Yigiter S., Bozkurt M., Cagil D., Ozce-tinkaya S., Can Y., Mutlu E.* // *Dusunen Adam J. Psychiatry and Neurolog. Sci.* 2013. V. 26. N 3. P. 248–257.
25. *Fang X.* et al. Culture shapes the distinctiveness of posed and spontaneous facial expressions of anger and disgust / *Fang X., Sauter D., Heerdink M., van Kleef, G.* // *J. Cross-Cultural Psychol.* 2022. V. 53. N 5. P. 471–487.
26. *Gallese V.* Embodied simulation: from mirror neuron systems to interpersonal relations // *Empathy and fairness: Novartis foundation symposium 278.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2006. P. 3–19.
27. *Golland Y., Keissar K., Levit-Binnun N.* Studying the dynamics of autonomic activity during emotional experience // *Psychophysiology.* 2014. V. 51. N 11. P. 1101–1111.

28. *Hajcak G., Foti D.* Significance Significance! Empirical, methodological, and theoretical connections between the late positive potential and P300 as neural responses to stimulus significance: An integrative review // *Psychophysiology*. 2020. V. 57. N 7. Art. 13570.
29. *Hall E.T.* Beyond culture. Garden City, NY: Anchor Books, 1989.
30. *Haller J.* The role of central and medial amygdala in normal and abnormal aggression: A review of classical approaches // *Neurosci. & Biobehav. Rev.* 2018. V. 85. P. 34–43.
31. *Heyes C., Catmur C.* What happened to mirror neurons? // *Perspectives on Psychol. Sci.* 2022. V. 17. N 1. P. 153–168.
32. *Hillebrand H., Soininen J., Snoeijis P.* Warming leads to higher species turnover in a coastal ecosystem // *Global Change Biology*. 2010. T. 16. N 4. C. 1181–1193.
33. *Hoemann K. et al.* The N400 indexes acquisition of novel emotion concepts via conceptual combination / Hoemann K., Hartley L., Watanabe A., Solana Leon E., Katsumi Y., Barrett LF., Quigley K.S. // *Psychophysiology*. 2021. V. 58. N 2. Art. 13727.
34. *Holland P.C., Gallagher M.* Amygdala-frontal interactions and reward expectancy // *Curr. Opin. Neurobiol.* 2004. P. 148–155.
35. *Jerath R., Beveridge C.* Respiratory rhythm, autonomic modulation, and the spectrum of emotions: The future of emotion recognition and modulation // *Front. in Psychol.* 2020. V. 11. Art. 1980.
36. *Jiang Y. et al.* Monoamine neurotransmitters control basic emotions and affect major depressive disorders / Jiang Y., Zou D., Li Y., Gu S., Jie D., Ma X., Xu S., Wang F., Huang J. // *Pharmaceuticals*. 2022. V. 15. N 10. Art. 1203.
37. *Kachur A. et al.* Assessing the Big Five personality traits using real-life static facial images / Kachur A., Osin E., Davydov D., Shutilov K., Novokoshonov A. // *Scientific Reports*. 2020. V. 10. N 1. Art. 8487.
38. *Keltner D.* Facial expressions of emotion and personality // Magai C., McFadden S.H. (eds). *Handbook of emotion, adult development, and aging*. San Diego: Academic Press, 1996. P. 385–401.
39. *Kemmerer D.* What modulates the Mirror Neuron System during action observation? Multiple factors involving the action, the actor, the observer, the relationship between actor and observer, and the context // *Progress in Neurobiol.* 2021. V. 205. Art. 102128.
40. *Kreibitz S.D.* Autonomic nervous system activity in emotion: A review // *Biol. Psychol.* 2010. V. 84. N 3. P. 394–421.
41. *Landmann E.* I can see how you feel – methodological considerations and handling of Noldus’s FaceReader software for emotion measurement // *Technological Forecasting and Social Change*. 2023. V. 197. Art. 122889.
42. *LeDoux J.* Rethinking the emotional brain // *Neuron*. 2012. V. 73. N 4. C. 653–676.
43. *Lin W., Li C.* Review of studies on emotion recognition and judgment based on physiological signals // *Applied Sciences*. 2023. V. 13. N 4. P. 2573.
44. *Liu L., Du Toit M., Weidemann G.* Infants are sensitive to cultural differences in emotions at 11 months // *PLoS One*. 2021. V. 16. N 9. Art. 0257655.
45. *Mauss I.B., Robinson M.D.* Measures of emotion: A review // *Cognition and Emotion*. 2009. V. 23. N 2. P. 209–237.
46. *McDuff D., Girard J.M., Kaliouby R.* Large-scale observational evidence of cross-cultural differences in facial behavior // *J. Nonverbal Behav.* 2017. V. 41. P. 1–19.
47. *Ouerchefani R. et al.* Role of the prefrontal cortex and executive functions in basic emotions recognition: Evidence from patients with focal damage to the prefrontal cortex // *Cognitive Neurosci.* 2023. T. 14. N 3. P. 75–95.
48. *Rattel J.A. et al.* Sex differences in emotional concordance / Rattel J., Mauss I., Liedlgruber M., Wilhelm F. // *Biol. Psychol.* 2020. V. 151. Art. 107845.
49. *Rizzolatti G. et al.* Premotor cortex and the recognition of motor actions / Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V., Fogassi L. // *Cogn. Brain Res.* 1996. V. 3. N 2. P. 131–141.
50. *San Miguel I. et al.* Hearing silences: Human auditory processing relies on preactivation of sound-specific brain activity patterns / SanMiguel I., Widmann A., Bendixen A., Trujillo-Barreto N., Schröger E. // *J. Neurosci.* 2013. V. 33. T 20. P. 8633–8639.
51. *Sato W. et al.* Facial expressions of basic emotions in Japanese laypeople / Sato W., Hyniewska S., Minemoto K., Yoshikawa S. // *Front. in Psychol.* 2019. V. 10. Art. 259.
52. *Scarantino A., Hareli S., Hess U.* Emotional expressions as appeals to recipients // *Emotion*. 2022. V. 22. N 8. P. 1856–1868.
53. *Schauenburg G. et al.* Making sense of social interaction: emotional coherence drives semantic integration as assessed by event-related potentials / Schauenburg G., Conrad M., von Scheve C., Barber H.A., Ambrasat J., Aryani A., Schröder T. // *Neuropsychologia*. 2019. V. 125. P. 1–13.
54. *Šimić G. et al.* Understanding emotions: origins and roles of the amygdala / Šimić G., Tkalčić M., Vukić V., Mulc D., Španić E., Sagud M., Oluča-Bordonau F., Vuksić M., Hof P. // *Biomolecules*. 2021. V. 11. N 6. Art. 823.
55. *Storms L.H., Sigal J.J.* Eysenck’s personality theory with special reference to ‘the dynamics of anxiety

- and hysteria' // *British J. Medical Psychol.* 1958. V. 31. N 3–4. P. 228–246.
56. *Tivadar R.L., Knight R.T., Tzovara A.* Automatic sensory predictions: a review of predictive mechanisms in the brain and their link to conscious processing // *Front. in Human Neurosci.* 2021. V. 15. Art. 702520.
57. *Todd R.M.* et al. Emotional objectivity: Neural representations of emotions and their interaction with cognition / *Todd R., Miskovic V., Chikazoe J., Anderson K.* // *Ann. Rev. Psychol.* 2020. V. 71. N 1. P. 25–48.
58. *Wang S.* et al. GCANet: Geometry cues-aware facial expression recognition based on graph convolutional networks / *Wang S., Zhao A., Lai C., Zhang Q., Li D., Gao Y., Dong L., Wang X.* // *J. King Saud University-Computer and Inform. Sci.* 2023. V. 35. N 7. Art. 101605.
59. *Wascher C.A.F.* Heart rate as a measure of emotional arousal in evolutionary biology // *Philosophical Transactions of the Royal Society B.* 2021. V. 376. N 1831. Art. 20200479.
60. *Wolf K.* Measuring facial expression of emotion // *Dialogues in Clinical Neurosci.* 2015. V. 17. N 4. P. 457–462.
61. *Yu L.* et al. Emotional violation of faces, emojis, and words: Evidence from N400 / *Yu L., Xu Q., Cao F., Liu J., Zheng J., Yang Y., Zhang L.* // *Biol. Psychol.* 2022. V. 173. Art. 108405.
62. *Zhao X., Zhang S.* A review on facial expression recognition: Feature extraction and classification // *IE-TE Technical Review.* 2016. V. 33. T 5. P. 505–517.
63. *Zhi R.* et al. Action unit analysis enhanced facial expression recognition by deep neural network evolution / *Zhi R., Zhou C., Li T., Liu S., Jin Y.* // *Neurocomputing.* 2021. V. 425. P. 135–148.

**References in Russian:**

1. *Darwin Ch.* О происхождении видов путем естественного отбора или о сохранении усовершенствованных пород в борьбе за существование. М.: Изд. А.И. Глазунова, 1865.
2. *Ivanitskiy A.M., Strelets V.B., Korsakov A.I.* Информационные процессы мозга и психическая деятельность. М.: Наука, 1984. 199 с.
3. *Pavlov I.P.* Полн. собрание соч.: V 6 т. Т. 3. М.; Л.: АН СССР, 1951. 439 с.
4. *Rostovtseva V.V., Butovskaya M.L.* Нейтральное лицо человека несет отпечаток его эмоциональности // *Etnograf. obozr.* 2022. N 6. S. 160–177.
5. *Sechenov I.M.* Рефлексы головного мозга. М.; Л.: АН СССР, 1942. 151 с.

Поступила в редакцию 30. V 2024 г.