

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЗНАКА И СИЛЫ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

В.В. КОСОНОГОВ<sup>1\*</sup>, Х.М. МАРТИНЕС-СЕЛЬВА<sup>2,3</sup>, Х.П. САНЧЕС-НАВАРРО<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия;

<sup>2</sup> Университет Мурсии,

<sup>3</sup> Мурсийский институт биомедицинских исследований, Испания

Данный обзор посвящен современным методам измерения физиологических составляющих эмоциональных состояний в русле осевого подхода. Рассматриваются физиологические показатели деятельности сердца, кожи, мозга и других органов при эмоциональных состояниях разного знака (приятные/неприятные) и разной силы (сильные/слабые). Обзор призван помочь исследователям подобрать подходящие физиологические показатели эмоциональных состояний при планировании психофизиологических экспериментов.

*Ключевые слова:* эмоция, знак эмоции, сила эмоции, психофизиология, ЭЭГ, ЭМГ, ЭАК, ЭКГ.

### Введение

Возможно, одним из первых, кто применил строгий научный метод для изучения эмоций, был Чарльз Дарвин [20], который рассматривал эмоции в разрезе учения об эволюции. Он полагал, что в соответствии с законами эволюции наследуются и изменяются как анатомические и физиологические особенности живых существ, так и явления поведения. Дарвин изучал выражение эмоций у различных видов животных и отметил, что многие эмоциональные реакции могут быть рассмотрены как результат филогенеза. Дарвин различал так называемые основные эмоции: гнев, отвращение, печаль, радость, страх, удивление. Каждая эмоция, по Дарвину, является рудиментом движения, которое было приспособительным на более ранних

эволюционных уровнях, но впоследствии не имеет такого значения. Работы Дарвина стирали границы между человеком и другими животными, во всяком случае, относительно выражения эмоций. Свой подход к проблеме эмоций выдвигал в XIX веке и Уильям Джемс [36] (известная в литературе теория Джемса – Ланге).

Итак, Дарвин считается основоположником подхода к изучению основных эмоций, который предполагает, что любое эмоциональное состояние является разновидностью или смесью шести основных эмоций. Широко известная модель Пола Экмана [25] предполагает шесть основных эмоций: гнев, печаль, страх, отвращение, удивление и радость. Эта модель может рассматриваться как преемница вышеупомянутой модели Дарвина. Упор делается на эволюционном значении каждой эмоции, ее проявлении в движениях мышц лица и самоотчете испытуемых. Эта модель подтверждается данными лицевой электромиографии, которые выявили наличие особых сочетаний мышц, свойственных каждой эмоции [23, 26], и данными опросников, которые доказывают существование различных ощущений во многих органах

© Косоногов В.В., Мартинес-Сельва Х.М., Санчес-Наварро Х.П., 2017

\* Для корреспонденции:

Косоногов Владимир Владимирович  
доктор нейронаук (Испания), старший преподаватель Академии психологии и педагогики Южного федерального университета  
E-mail: vkosonogov@sfsedu.ru

тела человека при переживании различных эмоций [46]. Однако с помощью методов измерения вегетативной активности (например, частоты сердечных сокращений или электрической активности кожи) не удается найти особые корреляты для каждой из основных эмоций [14].

Тем не менее существует и другой подход к исследованию эмоций, который заключается в описании эмоций как совокупности осей, которые отражают различные свойства эмоций, изменяющиеся от низкого до высокого уровня. Он предполагает существование, по крайней мере, двух осей эмоций: «знак» (или приятность) и «сила» (то есть уровень возбуждения) – и будет описан далее. Именно осевой подход позволяет использовать широкий спектр психофизиологических измерений с целью выявления вегетативных, соматических, мозговых механизмов эмоций.

### Осевые модели эмоций

Одним из первых авторов в русле осевого подхода был Вильгельм Вундт [66], который разделил всю эмоциональную жизнь на три оси: удовольствие-неудовольствие, спокойствие-возбуждение и расслабление-напряжение. Согласно Вундту, в каждый момент люди чувствуют не строго распоз-

наваемое эмоциональное состояние, а скорее совокупность эмоций, являющихся результатом интеграции этих трех осей.

Джеймс Расселл и Альберт Мехрабиан [53] использовали метод семантического дифференциала Чарльза Осгуда [48] для изучения эмоциональных состояний. В их эксперименте испытуемые слушали рассказы о различных ситуациях и оценивали свое эмоциональное состояние по 42 биполярным осям. Факторный анализ показал, что все эти оси сильно коррелируют между собой и могут быть сведены к трем основным факторам: удовольствие-неудовольствие (понравились рассказы или нет), спокойствие-возбуждение (вызывают ли рассказы какое-либо возбуждение или нет) и управление-подчинение (в состоянии ли испытуемый управлять своими эмоциями или они овладевают им). Впоследствии Расселл [52] построил круговую модель эмоций с двумя осями: удовольствие-неудовольствие и степень возбуждения, стремясь примирить осевую модель с моделью основных эмоций. Для этого он попросил своих испытуемых поместить 28 слов, описывающих различные эмоциональные состояния в один из четырех квадрантов, в результате чего получилось построить систему координат с двумя осями, учитывающую основные эмоции (рис. 1).

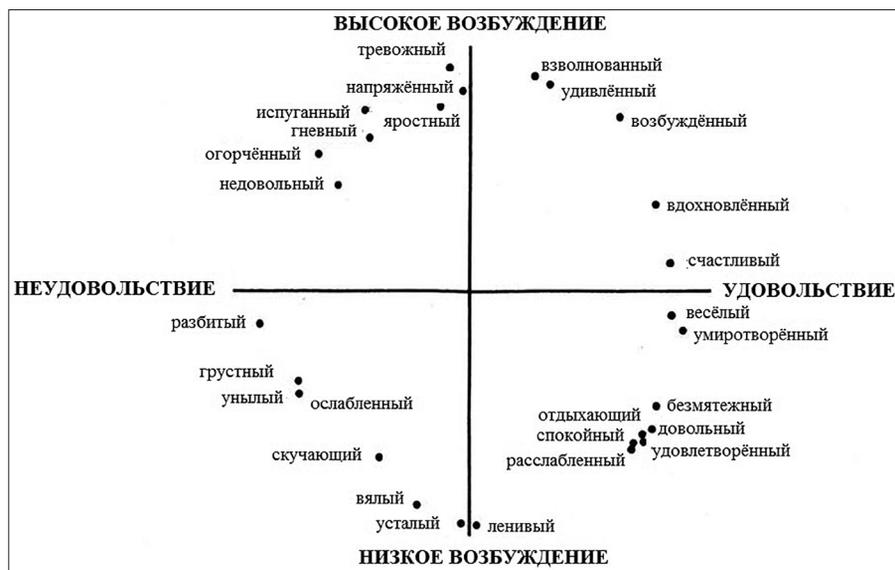


Рис. 1. Круговая модель эмоций Расселла (примерный перевод с английского)

На основе осевых моделей эмоций в 1980–1990-е годы Питер Ланг, Маргарет Брэдди и их сотрудники разработали двухчастную модель эмоций, которая предполагает, что оси эмоциональной жизни отражают два свойства мотивации поведения: с одной стороны, приближение (к подкрепляющим раздражителям) и избегание (наказывающих раздражителей) и, с другой, силу или мобилизацию энергии (возбуждение), которая обеспечивает осуществление того или иного поведения. Эта модель подчеркивает, что выживание является основной функцией эмоций [7]. Другими словами, для приспособительного ответа на внешний или внутренний раздражитель индивид должен с большим или меньшим возбуждением приблизиться к раздражителю (при поиске пищи, например) или избежать его (в случае угрозы), что субъективно воспринимается как приятное или неприятное переживание определенной силы. Тем не менее иногда мы видим не определенное поведение приближения или удаления, а лишь предрасположенность к действию. Тогда, заявляют данные исследователи, можно считать, что эмоция – это предрасположенность к действию. Следовательно, на основе вышеизложенных предположений принято выделять две оси эмоций: 1) знак (который изменяется от приятного до неприятного и отражает, соответственно, приближение и избегание) и 2) силу (которая изменяется от слабой эмоции до сильной). Иначе говоря, каждое эмоциональное явление может быть приятным или неприятным и одновременно слабым или сильным [41].

В лаборатории Ланга было разработано несколько наборов эмоциональных раздражителей, упорядоченных по эмоциональным осям знака, силы и управления: международная система эмоциональных изображений (МСЭИ, «IAPS» на английском языке [42]), международная система эмоциональных звуков (МСЭЗ, «IADS» на английском языке [13]), система эмоцио-

нальных английских слов (СЭАС, «ANEW» на английском языке [10]) и система эмоциональных английских рассказов (СЭАР, «ANET» на английском языке). С помощью этих наборов раздражителей лаборатория изучает связи между эмоциональными осями. Для получения оценок испытуемых используется «манекен для самоотчета» или «кукла для самоотчета» («SAM» на английском языке [17]; рис. 2). Он состоит из трех шкал от 1 до 9, где 1 является наименьшим значением, а 9 – наибольшим. При оценке знака эмоции 1 означает очень неприятную эмоцию, а 9 – очень приятную. Для оценки силы эмоции испытуемые ставят 1 в случае очень слабой эмоции (или ее отсутствия) и 9 – в случае очень сильной эмоции. При оценке управления эмоциями 1 означает совсем неуправляемую эмоцию, а 9 – эмоцию, которой испытуемый можно легко управлять. Этот опросник называется «кукла» или «манекен», потому что для каждого значения вместо цифр предлагается изображение куклы, похожей на человека (см. рис. 2).

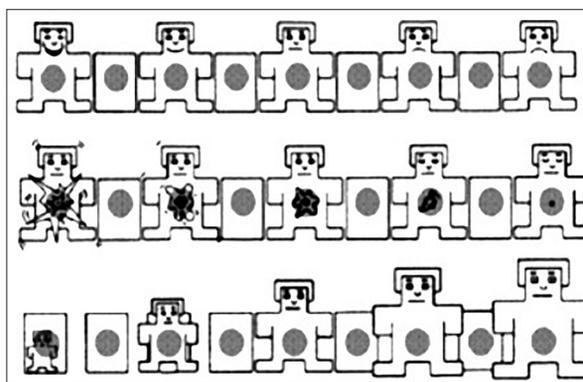


Рис. 2. «Кукла для самоотчета» по осям знака, силы и управления эмоциями (сверху вниз)

Результаты исследования показывают, что знак и сила находятся в параболической связи, то есть раздражители, имеющие крайние значения по знаку (самые приятные и самые неприятные), являются наиболее сильными, в то время как безразличные раздражители (имеющие среднее значение по знаку) вызывают слабые эмоции (рис. 3).

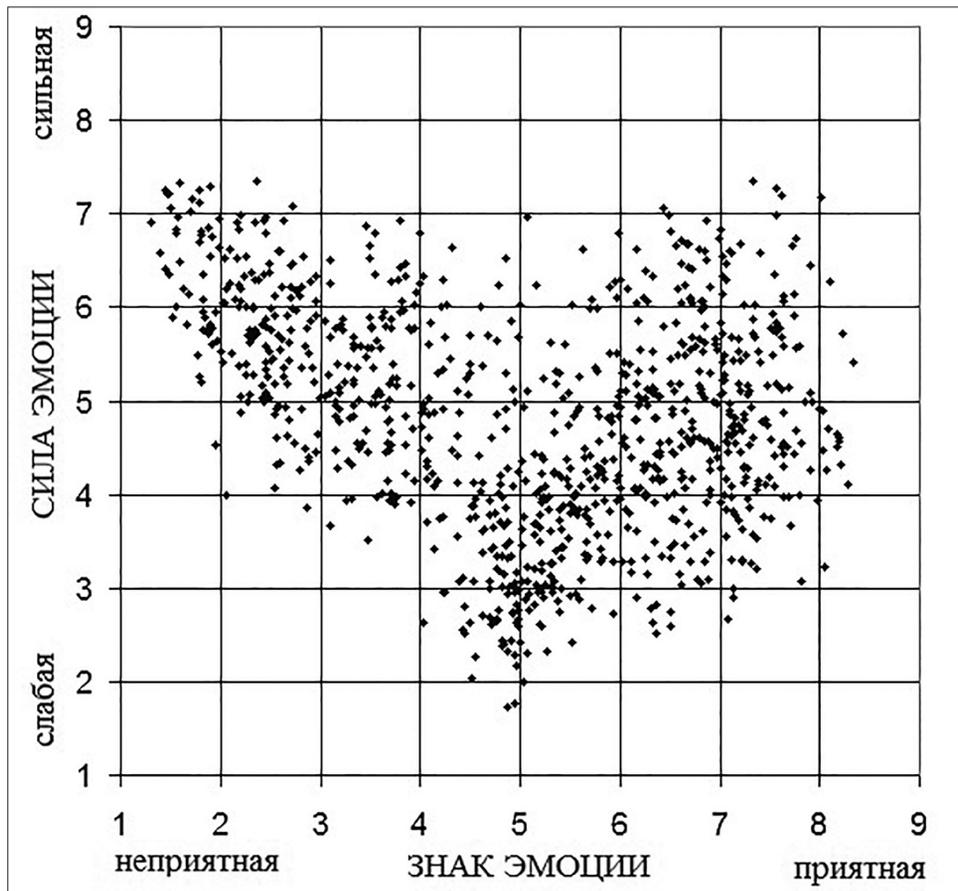


Рис. 3. Связь осей знака и силы эмоций. Одна точка отражает значения одного раздражителя

Стоит отметить, что исследователи не всегда используют ось управления эмоциями, потому что получаемые по ней данные не всегда воспроизводимы и потому что корреляция между этой осью и осью знака очень высока: коэффициент корреляции колеблется от 0,79 до 0,86 [13], то есть испытуемые легко могут управлять приятными эмоциями, а с неприятными эмоциями им управляться тяжело. Еще одна причина в пользу отбрасывания оси управления эмоциями состоит в том, что не было обнаружено значимых корреляций между оценками управления эмоциями, полученными с помощью семантического дифференциала и куклы для самоотчета [13].

После публикации сведений о вышеуказанных наборах раздражителей и нормативных данных, полученных в США, эти наборы начали использовать в разных лабораториях на различных выборках. Однако, учитывая, что многие раздражители

из этих наборов могут рассматриваться как культурно-специфические, некоторые исследователи проводили проверку этих раздражителей в разных культурах. Коэффициенты корреляции между оценками в разных странах и американскими оценками МСЭИ колеблются от 0,46 до 0,97. Все работы выявили различия в общих средних оценках знака и силы. Кроме того, Васанов, Марченко и Машанло [1] на русской выборке обнаружили различия для половины изображений (при сравнении оценок каждого изображения). Это означает, что несмотря на общее сходство данных существует значительная изменчивость субъективной оценки МСЭИ (см. также сравнительный анализ 5 исследований Грюна и Шайбе [29]). Это не удивительно: изменчивость можно объяснить особенностями культуры, возраста, пола или образования и, конечно же, личного опыта испытуемых. Тем не менее отношение между знаком и

силой почти всегда является параболическим (см. рис. 3). Таким образом, в то время как всегда есть различия между результатами различных исследователей по средним оценкам и по оценкам отдельных изображений, характер связей между эмоциональными осями повторяется от исследования к исследованию. Проверка наборов эмоциональных слов на разных языках показывает ту же закономерность [24, 50].

Время просмотра, то есть время, которое тратит испытуемый перед проставлением оценки раздражителю, – еще одна переменная, которую измеряют приверженцы осевого подхода к эмоциям. Время просмотра положительно коррелирует с силой эмоции, то есть, эмоционально сильные изображения, самые приятные (9,1 с) и самые неприятные (10,1 с), рассматриваются испытуемыми дольше, чем безразличные (5,2 с) [43, 65]. Различия во времени просмотра объясняются другими переменными: интересом [18], вниманием [43] или трудностью обработки [55].

Помимо субъективных оценок, представители осевого подхода к эмоциям часто, используют различные физиологические измерения. Осевой подход обращается к идеям Джемса и Ланге и теории активации Линдси, которые рассматривали эмоции как высокий уровень возбуждения мозга и периферической нервной системы в ответ на раздражитель. Сила эмоций определяет изменение различных физиологических систем. Поэтому показатели эмоциональных осей могут отражаться в физиологических или поведенческих изменениях.

### **Вегетативные и соматические признаки эмоциональных состояний**

К настоящему времени поставлено множество экспериментов, исследующих связь между эмоциональными осями и различными телесными проявлениями.

*Электромиография лица.* Исследования выражения лица во время эмоциональных состояний показали, что сила

возбуждения мышц лица является одним из наиболее надежных признаков знака переживаемой эмоции. Вероятно, наиболее исследованными являются большая скуловая мышца (*musculus zygomaticus major*) и мышца, сморщивающая бровь (*musculus corrugator supercillii*). Большая скуловая мышца располагается в щеке и сокращается (возбуждается) при приятных эмоциях, что выражается в появлении улыбки. Мышца, сморщивающая бровь, в свою очередь, находится над бровями и сокращается во время неприятных событий, создавая морщины на лбу и сближая брови. Представители разных культур одинаково выражают разные эмоции (например, радость или гнев) и распознают эмоции на лицах других людей по узору возбуждения мимических мышц, что было доказано многочисленными работами [59, 62].

Мышца, сморщивающая бровь, сокращается сильнее при просмотре неприятных изображений, чем при просмотре безразличных и приятных изображений, и сильнее – при просмотре безразличных изображений, чем при просмотре приятных изображений [43]. Также следует отметить, что существует отрицательная корреляция между сокращением мышцы, сморщивающей бровь, и знаком эмоции при просмотре изображений ( $r = -0,9$ ; [7]) и при прослушивании звуков ( $r = -0,85$ ; [11]). Иными словами, чем более неприятными являются раздражители, тем сильнее возбуждается мышца, сморщивающая бровь.

Большая скуловая мышца возбуждается (сокращается) сильнее при просмотре приятных изображений, чем при просмотре безразличных и неприятных [11], но между возбуждением при просмотре безразличных и возбуждением при просмотре неприятных изображений разницы нет. Более позднее исследование [7] подтвердило это.

*Электрическая активность кожи.* Электрическая активность кожи достаточно часто используется как признак силы переживаемой эмоции. Представители осевого подхода показали [7, 43], что суще-

стствует положительная корреляция между величиной электрической активности кожи и силой эмоции при просмотре изображений ( $r=0,8$  в работе Брэдли и сотрудников [7] и  $r=0,67$  в работе Санчеса – Наварро и сотрудников [57]). Также обнаруживаются различия в электрической активности кожи в зависимости от знака эмоции [7, 43]. Приятные и неприятные изображения, которые, как правило, вызывают сильные эмоции, обуславливают более сильную электрическую активность кожи, чем безразличные изображения, которые, как правило, имеют низкую силу [57].

*Сердечная деятельность.* Вдохновленные классическими работами И.П. Павлова [2] об ориентировочном рефлексе, который возникает в ответ на любой внезапный раздражитель и отражает готовность к действию, исследователи обнаружили так называемый «защитный водопад (или каскад)» (*cascada defensiva*), который наблюдается в частоте сердечных сокращений в ответ на сильный внезапный раздражитель [64]. Как можно видеть на рисунке 4, в первые секунды после воздействия частота сердечных сокращений (ЧСС) уменьшается (первичное замедление ЧСС или децелерация), а затем, наоборот, становится выше достимульной (конечное ускорение ЧСС или акселерация). Эти два общих явления – первичное замедление и конечное ускорение – изучаются в последние годы в качестве показателей эмоционального отклика.

Брэдли и сотрудники [12] продемонстрировали, что просмотр неприятных изображений вызывает большее первичное замедление ЧСС, чем просмотр безразличных и приятных изображений. Впоследствии Катберт и сотрудники [18] провели более сложное исследование, в котором использовали 9 видов изображений (неприятные/безразличные/приятные × слабые/средние/сильные). В подгруппе слабых изображений приятные вызывали меньшее первичное замедление ЧСС, чем безразличные и неприятные. В подгруппе средних по силе изображений неприятные

вызывали большее первичное замедление ЧСС, чем безразличные и приятные. Наконец, в подгруппе сильных изображений приятные вызывали меньшее первичное замедление ЧСС, чем безразличные и неприятные. Дисперсионный анализ установил эффект знака эмоции, но не силы эмоции, на первичное замедление ЧСС.

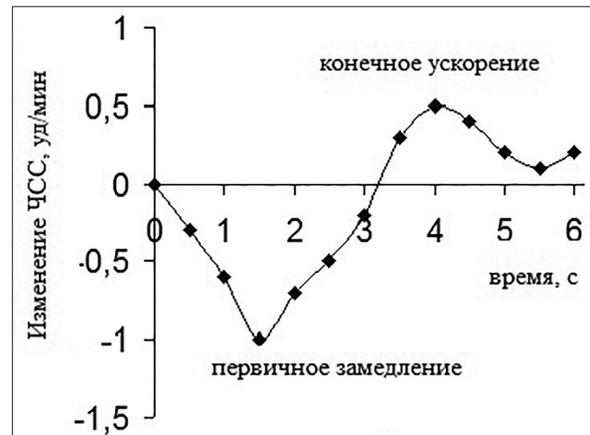


Рис. 4. Изменения частоты сердечных сокращений при просмотре эмоциональных изображений («защитный водопад»)

*Моргание при вздрагивании (blink startle reflex).* Как отмечал еще 150 лет назад И.М. Сеченов, рефлексы человека подвергаются изменению со стороны внешних обстоятельств, таких как предъявление резкого раздражителя, и внутренних, таких как уровень возбуждения, одновременное протекание других психических процессов или эмоции [3]. Многие рефлексы изменяются и в зависимости от эмоциональных состояний. Это породило множество исследований эмоциональных состояний, вызывающих изменения некоторых рефлексов, например, сужения/расширения зрачков, моргания или заднеушного (*postauricular*) рефлекса. Моргание при вздрагивании (*blink startle reflex*) широко используется в исследованиях эмоций. Испытуемым предъявляют эмоциональный раздражитель (например, изображение), а в середине показа в случайное время подают резкий громкий звук, в ответ на который и наблюдается реакция вздрагивания. Одной из составляющей вздрагива-

ния является моргание, вызываемое сильным возбуждением круговой мышцы глаза (*musculus orbicularis oculi*) [8]. Предполагается, что вздрагивание облегчает избегание вредного раздражителя в целом, а моргание защищает глаза. В ряде работ получены данные, свидетельствующие об изменении силы моргания в зависимости от эмоциональных свойств раздражителя, измеренных по осям знака и силы. Врана и сотрудники [65] показали, что знак эмоции отрицательно коррелирует с силой моргания, то есть более неприятный раздражитель ведет к более сильному морганию. Брэдли и сотрудники [9] нашли, что знак эмоции положительно коррелирует с латентным периодом моргания, то есть более неприятный раздражитель вызывает более раннее моргание. Иными словами, более неприятные изображения вызывают более быстрые и более сильные реакции моргания. Однако было показано, что влияние знака эмоции наблюдается только в случае, когда звуковой раздражитель предъявляется в отрезке между 2300 и 5300 миллисекундами после появления изображения [8]. Также отмечается влияние силы эмоций на моргание. Было установлено, что вышеупомянутое влияние знака эмоции на моргание наблюдается только тогда, когда эмоция имеет высокую силу [8]. В целом, можно сказать, что сила и латентный период моргания при реакции вздрагивания в определенной степени зависят от знака сильной эмоции и являются надежным признаком переживаемой эмоции.

*Заднеушной рефлекс.* Заднеушной рефлекс (*postauricular reflex*) – это сокращение задней ушной мышцы, одна из составляющих ориентировочной реакции. В исследованиях ориентировочной реакции при резком громком звуке обнаружилось, что если испытуемые при этом просматривали приятные изображения, то сила заднеушного рефлекса была выше, чем при просмотре безразличных изображений, а при просмотре безразличных – выше, чем при просмотре неприятных (то есть чем приятнее изо-

бражение, тем сильнее заднеушной рефлекс [6, 27]).

*Стабилография.* Измерение равновесия обычно осуществляется посредством стабилографа, который регистрирует изменения веса испытуемого, который прилагается на различные участки его поверхности. Изменения равновесия выражаются в колебаниях центра давления тела испытуемого. По-видимому, эти колебания могут отражать среди прочего эмоциональное состояние и готовность к действию в эмоциональных состояниях. Теории предыдущих лет уже обсуждали влияние эмоций на движения. У. Джемс [36] отмечал влияние двигательных изменений на появление эмоций. Тем не менее до сих пор этот вопрос изучен слабо. Хиллман и сотрудники [35] обнаружили, что женщины имеют менее стабильную стойку по передне-задней оси (сагиттальной оси или оси ОУ) при просмотре неприятных изображений. В свою очередь, Асэвэдо и сотрудники [5] выявили более устойчивую позу по лево-правой оси (фронтальной оси или оси ОХ) при просмотре изображений увечий (то есть неприятных). Однако Стинс и Бэк [61] не обнаружили никаких эффектов при стоянии на двух ногах, но при стоянии на одной ноге данная поза испытуемых была более устойчивой при просмотре изображений увечий. Имея в виду противоречивость данных, можно заключить, что необходимы дальнейшие исследования влияния эмоциональных состояний на равновесие.

*Температура.* Температура тела, как и электрокардиограмма, отражает общее возбуждение автономной нервной системы. Она снимается с различных участков тела, но чаще всего для этих целей используют поверхность рук и лица. В ряде исследований температуры лица было найдено более сильное и более быстрое снижение температуры при просмотре приятных и неприятных изображений, чем при просмотре безразличных [38, 56]. В исследованиях температуры рук было показано, что приятные раздражители увеличивают, а неприятные

уменьшают температуру по сравнению с безразличными раздражителями [44, 51].

*Ширина зрачка.* Ширина зрачка используется во многих прикладных науках – криминологии, наркологии, спортивной психологии. Применительно к эмоциональным состояниям было обнаружено, что и при приятных, и при неприятных раздражителях (то есть при сильных эмоциях) зрачок расширен сильнее, чем при безразличных раздражителях [49].

### **Мозговая деятельность при эмоциональных состояниях**

*Электроэнцефалографические исследования в русле осевого подхода к эмоциям.* В целом, существует два способа изучать изменения мозговой активности с помощью электроэнцефалографии. Первый из них – спектральный анализ активности, регистрируемой во время выполнения задачи или предъявления раздражителя. Он заключается в вычислении долей волн различной частоты, которые отражают различные уровни мозговой активности. Во многих исследованиях эмоций изучается асимметрия энцефалографических показателей. Так, Давидсон, основываясь на своих экспериментах, предположил, что левое полушарие ответственно за приятные эмоции, а правое – за неприятные [21]. Эта модель подтверждается данными пациентов с повреждениями мозга: больные с повреждениями левого полушария проявляют симптомы депрессии, тогда как больные с повреждением правого полушария обнаруживают чрезмерно приподнятое настроение [28, 37]. Давидсон приписывает левому полушарию функцию приближения (к раздражителю), а правому – функцию избегания. В последующих работах [22] он заключил, что данная асимметрия наблюдается преимущественно в префронтальной коре.

Хеллер, также сторонница осевого подхода к изучению эмоций, провела множество энцефалографических исследований эмоций [32–35] и попыталась обобщить

данные согласно круговой модели Рассела [52]. Передние области ответственны за знак эмоции: передние левые области участвуют в приятных эмоциях (радость), а передние правые – в неприятных (страх, гнев, печаль, отвращение). Задние правые области ответственны за силу эмоции. Также в ее лаборатории было продемонстрировано, что у тревожных испытуемых мозговая активность выше в правом полушарии [45]. Они выявили и то, что раздражители, предъявляемые в левое зрительное полушарие, оцениваются как более сильные, а раздражители, предъявляемые в правое зрительное полушарие, оцениваются как более приятные [33]. Предполагается, что раздражители, предъявляемые в левое полушарие, возбуждают правое полушарие, которое связано с силой эмоции, а раздражители, предъявляемые в правое полушарие, возбуждают левое полушарие, которое связано с приятными эмоциями. Что касается силы эмоции, то следует заметить, что поражение правой нижней височной доли уменьшает электрическую активность кожи (которая коррелирует с силой эмоции) в большей степени, чем поражение левой нижней височной доли [63].

Другим способом обработки электрофизиологических данных является метод вызванных потенциалов (ВП) и потенциалов, связанных с событиями. Они вычисляются на основе обработки сигнала ЭЭГ с помощью различных статистических методов и отражают электрическую активность мозга во время определенного события. Некоторые потенциалы связывают с эмоциональными состояниями. Смит и сотрудники [60] обнаружили, что амплитуда P1 (первая положительная волна) больше во время просмотра неприятных раздражителей, чем во время просмотра приятных. Коваленко, Павленко и Черный [39] подтвердили, что амплитуда P1 больше во время просмотра неприятных изображений. В свою очередь, Карретье и сотрудники [15] установили, что амплитуда компонента P2 (вторая положительная волна) в

лобных и центральных отведениях выше во время просмотра неприятных изображений, чем во время просмотра приятных. Согласно этим авторам, указанные волны отражают процессы внимания, которые связаны с ранним и успешным восприятием опасных раздражителей, которые требуют быстрого ответа.

Что касается поздних потенциалов, то Катберт и сотрудники [19] констатировали положительную корреляцию ( $r = 0,73$ ) между силой эмоций и амплитудой позднего положительного потенциала в отведениях FZ, CZ и PZ. Шупп и сотрудники [58] также исследовали поздний положительный потенциал и нашли, что его амплитуда была больше во время просмотра приятных изображений и неприятных изображений, чем во время просмотра безразличных. Коваленко, Павленко и Черный [39] также обнаружили большую амплитуду P300 в типичных для этой волны отведениях (F3, FZ, C3, CZ, C4, P3, PZ) во время просмотра неприятных и приятных изображений. Эти данные могут быть объяснены с помощью предположения, что потенциалы, возникающие после 300 миллисекунд, отражают процессы внимания и распределения ресурсов для осуществления подходящего поведения в ответ на раздражитель. Следовательно, знак эмоций, по-видимому, не влияет на поздние потенциалы. Однако в исследовании Конроя и Полиша [16], в котором были подобраны неприятные, приятные и безразличные изображения, вызывающие одинаковую силу эмоции, амплитуда компонента P300 в лобных отведениях во время просмотра неприятных раздражителей была ниже, чем во время просмотра безразличных раздражителей; однако не было различий между амплитудой P300 в ответ на приятные или безразличные раздражители. Иными словами, когда сила эмоций одинакова, то знак эмоции также влияет на P300.

Итак, энцефалографические исследования эмоций не дали однозначных ре-

зультатов. Таким образом, рано говорить об общей модели мозговой обработки раздражителей в русле осевого подхода. Тем не менее Олофссон, Нордин, Секейра и Полиш попытались сделать набросок такой модели [47]. Неприятные изображения увеличивают амплитуду компонента P1, что интерпретируется как автоматическое направление внимания на раздражитель. Модуляция компонентов P2 и N2 (вторая отрицательная волна) зависит от силы эмоции, что отражает мобилизацию энергии, необходимой для того, чтобы найти лучшее решение в ответ на раздражитель. Амплитуда P3b (вторичная вершина третьей положительной волны) выше в ответ на приятные изображения, когда изображение связано с познавательной задачей и амплитуда P3b больше в ответ на неприятные и приятные изображения, чем в ответ на безразличные изображения, когда изображение находится в фоне и отвлекает испытуемого от основной задачи. Авторы предполагают, что сила эмоций и в меньшей степени знак эмоции влияют на обработку цели задачи и принятие решения.

*Картирование мозга.* В 1998 году методом функциональной магнитно-резонансной томографии было показано, что во время просмотра сильных (приятных и неприятных) изображений мозговая активность выше в большом числе областей обоих полушарий, чем во время просмотра безразличных изображений [40]. В исследовании Хайнцеля и сотрудников [30] были обнаружены положительные корреляции между силой эмоции и возбуждением в различных областях: префронтальной коре, орбитофронтальной коре, дорсолатеральной коре, височной коре и островке. В другой работе [54] было найдено больше связей между знаком эмоции и мозговой активностью. В прилежащем ядре и медиальной префронтальной коре возбуждение было выше во время просмотра приятных изображений. Также во время просмотра как приятных, так и неприятных изображений возбуждалась миндалина.

В другом недавнем исследовании были получены следующие результаты: приятные изображения возбуждают в обоих полушариях префронтальную кору, височную долю, переднюю и заднюю правую поясную извилину, тогда как неприятные изображения возбуждают в обоих полушариях миндалину, парагиппокампальную извилину, веретеновидную извилину, зрительную кору, префронтальную кору, переднюю поясную извилину и височную долю [4]. Эти данные не согласуются с исследованиями ЭЭГ, описанными выше, в которых только правое полушарие выполняло функцию обеспечения силы эмоции.

#### **Факторный анализ данных, полученных с помощью осевого подхода к эмоциям**

Учитывая, что существуют связи между различными психофизиологическими, поведенческими и самоотчетными показателями, отражающими эмоциональное состояние, исследователи предпринимали попытки осуществить факторный анализ этих переменных с целью поиска закономерностей их группирования. Этот тип анализа позволил изучить взаимосвязи различных переменных с осями знака и силы эмоций, а также уточнить отношения между биологическими и психологическими переменными. Анализ, проведенный Лангом и сотрудниками [43], привел к выделению двух независимых факторов: первый из них они назвали «знак эмоции», куда вошли собственно самоотчетные оценки знака (нагрузка = 0,86), сокращения мышцы, сморщивающей бровь (нагрузка = -0,85) и ЧСС (нагрузка = 0,79). Во второй фактор, названный «сила эмоции», попали собственно самоотчетные оценки силы (нагрузка = 0,83), время просмотра (нагрузка = 0,76) и электрическая активность кожи (нагрузка = 0,74). В другом исследовании этой же лаборатории был получен такой же узор [19]. Авторы регистрировали и амплитуду поздних вызванных потенциалов

электроэнцефалограмм (после 400 мс), которая вошла в состав фактора «сила» (нагрузка = -0,79). Более позднее исследование включало в себя также силу и время моргания при вздрагивании (нагрузка = -0,92 и 0,86 в факторе знака эмоции, соответственно) [57]. В целом, эти исследования показывают, что эмоциональная реакция имеет двухфакторную структуру с факторами «знак» и «сила».

#### **Заключение**

Исследования, начатые в 1980-е годы и продолжающиеся до сих пор, показали, что большинство физиологических методов приемлемо использовать в русле осевого подхода к эмоциям, то есть при изучении знака и силы эмоционального состояния. Для значительного числа классических методов найдены устойчивые модели связи физиологических и самоотчетных показателей эмоций. Наиболее изученными измерениями являются сокращения лицевых мышц (которые отражают знак, то есть приятность эмоции) и электрическая активность кожи (которая отражает силу эмоции, то есть общее физиологическое возбуждение); предполагается, что они являются наиболее надежными признаками эмоциональных состояний. Исследования мозговой деятельности не дают столь однозначных моделей. Кроме того, в последние 10–20 лет были обнаружены новые признаки эмоциональных состояний (моргание, ширина зрачка, термография и др.), которые, возможно, в будущем получат более широкое распространение.

#### **Литература**

1. Васанов А.Ю., Марченко О.П., Машанло А.С. Проверка стандартных показателей эмоционально окрашенных фотоизображений IAPS на русской выборке // Экспериментальная психология. – 2011. – Т. 4. – №. 3. – Р. 126–132.
2. Павлов И.П. Ответ физиолога психологам. – Госмедиздат, 1953.

3. *Сеченов И.М.* Рефлексы головного мозга. – 1863.
4. *Aldhafeeri F.M., Mackenzie I., Kay T., Alghamdi J., Sluming V.* Regional brain responses to pleasant and unpleasant IAPS pictures: different networks // *Neuroscience Letters*. – 2012. – Vol. 512(2). – P. 94–98.
5. *Azevedo T.M., Volchan E., Imbiriba L.A., Rodrigues E.C., Oliveira J.M., Oliveira L., Vargas C.D.* A freezing-like posture to pictures of mutilation // *Psychophysiology*. – 2005. – Vol. 42. – No. 3. – P. 255–260.
6. *Benning S.D., Patrick C.J., Lang A.R.* Emotional modulation of the postauricular reflex // *Psychophysiology*. – 2004. – Vol. 41. – No. 3. – P. 426–432.
7. *Bradley M.M., Codispoti M., Cuthbert B.N., Lang P.J.* Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing // *Emotion*. – 2001. – Vol. 1(3). – P. 276–298.
8. *Bradley M.M., Codispoti M., Lang P.J.* A multi-process account of startle modulation during affective perception // *Psychophysiology*. – 2006. – Vol. 43. – No. 5. – P. 486–497.
9. *Bradley M.M., Cuthbert B.N., Lang P.J.* Startle reflex modification: emotion or attention? // *Psychophysiology*. – 1990. – Vol. 27(5). – P. 513–522.
10. *Bradley M.M., Lang P.J.* Affective norms for English words (ANEW): Instruction manual and affective ratings / Technical report C-1, the center for research in psychophysiology. – University of Florida, 1999. – P. 1–45.
11. *Bradley M.M., Lang P.J.* Affective reactions to acoustic stimuli // *Psychophysiology*. – 2000. – Vol. 37(2). – P. 204–215.
12. *Bradley M.M., Lang P.J., Cuthbert B.N.* Emotion, novelty, and the startle reflex: habituation in humans // *Behavioral Neuroscience*. – 1993. – Vol. 107(6). – P. 970–980.
13. *Bradley M., Lang P.J.* The International affective digitized sounds (IADS): stimuli, instruction manual and affective ratings. – NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, 1999.
14. *Cacioppo J.T., Berntson G.G., Larsen J.T., Poehlmann K.M., Ito T.A.* The psychophysiology of emotion. – *Handbook of emotions*, 2000. – Vol. 2. – P. 173–191.
15. *Carretié L., Mercado F., Tapia M., Hinojosa J.A.* Emotion, attention, and the «negativity bias», studied through event-related potentials // *International Journal of Psychophysiology*. – 2001. – Vol. 41(1). – P. 75–85.
16. *Conroy M.A., Polich J.* Affective valence and P300 when stimulus arousal level is controlled // *Cognition and Emotion*. – 2007. – Vol. 21(4). – P. 891–901.
17. *Cook III E.W., Atkinson L., Lang K.G.* Stimulus control and data acquisition for IBM PCs and compatibles // *Psychophysiology*. – 1987. – Vol. 24(6). – P. 726–727.
18. *Cuthbert B.N., Bradley M.M., Lang P.J.* Probing picture perception: Activation and emotion // *Psychophysiology*. – 1996. – Vol. 33(2). – P. 103–111.
19. *Cuthbert B., Schupp H., Bradley M., Birbaumer N., Lang P.* Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report // *Biological Psychology*. – 2000. – Vol. 52(2). – P. 95–111.
20. *Darwin C.* The expression of the emotions in man and animals. – Oxford University Press, 1998.
21. *Davidson R.J., Ekman P., Saron C.D., Senulis J.A.* Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: Emotional expression and brain physiology: I // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1990. – Vol. 58(2). – P. 330–341.
22. *Davidson R.J., Irwin W.* The functional neuroanatomy of emotion and affective style // *Trends in Cognitive Sciences*. – 1999. – Vol. 3(1). – P. 11–21.
23. *Dimberg U., Thunberg M.* Rapid facial reactions to emotional facial expressions // *Scandinavian Journal of Psychology*. – 1998. – Vol. 39(1). – P. 39–45.
24. *Eilola T.M., Havelka J.* Affective norms for 210 British English and Finnish nouns // *Behavior Research Methods*. – 2010. – Vol. 42(1). – P. 134–140.
25. *Ekman P.* Facial expression and emotion // *American Psychologist*. – 1993. – Vol. 48(4). – P. 384–392.
26. *Ekman P., Rosenberg E.L.* What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS). – Oxford University Press, 1997.
27. *Gable P.A., Harmon-Jones E.* Postauricular reflex responses to pictures varying in valence and arousal // *Psychophysiology*. – 2009. – Vol. 46(3). – P. 487–490.

28. Gainotti G. Emotional behavior and hemispheric side of the lesion // *Cortex*. – 1972. – Vol. 8(1). – P. 41–55.
29. Grün D., Scheibe S. Age-related differences in valence and arousal ratings of pictures from the International Affective Picture System (IAPS): Do ratings become more extreme with age? // *Behavior Research Methods*. – 2008. – Vol. 40(2). – P. 512–521.
30. Heinzel A., Bermpohl F., Niese R., Pfennig A., Pascual-Leone A., Schlaug G., Northoff G. How do we modulate our emotions? Parametric fMRI reveals cortical midline structures as regions specifically involved in the processing of emotional valences // *Cognitive Brain Research*. – 2005. – Vol. 25(1). – P. 348–358.
31. Heller W. The neuropsychology of emotion: Developmental patterns and implications for psychopathology // *Psychological and Biological Approaches to Emotion*. – 1990. – Vol. 1. – P. 67–211.
32. Heller W., Nitschke J.B., Lindsay D.L. Neuropsychological correlates of arousal in self-reported emotion // *Cognition & Emotion*. – 1997. – Vol. 11(4). – P. 383–402.
33. Heller W., Nitschke J.B., Miller G.A. Lateralization in emotion and emotional disorders // *Current Directions in Psychological Science*. – 1998. – Vol. 7(1). – P. 26–32.
34. Heller W. Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal // *Neuropsychology*. – 1993. – Vol. 7(4). – P. 476–489.
35. Hillman C.H., Rosengren K.S., Smith D.P. Emotion and motivated behavior: postural adjustments to affective picture viewing // *Biological Psychology*. – 2004. – Vol. 66(1). – P. 51–62.
36. James W. What is an emotion? // *Mind*. – 1884. – Vol. 9. – No. 34. – P. 188–205.
37. Jorge R., Robinson R.G. Mood disorders following traumatic brain injury // *International Review of Psychiatry*. – 2003. – Vol. 15(4). – P. 317–327.
38. Kosoногоv V., De Zorzi L., Honoré J., Martínez-Velázquez E.S., Nandrino J.L., Martínez-Selva J.M., & Sequeira H. Facial thermal variations: A new marker of emotional arousal // *PloS One*. – 2017. – Vol. 12(9). – e0183592.
39. Kovalenko A.A., Pavlenko V.B., Chernyi S.V. Reflection of the emotional significance of visual stimuli in the characteristics of evoked EEG potentials // *Neurophysiology*. – 2010. – Vol. 42(1). – P. 70–79.
40. Lang P.J., Bradley M.M., Fitzsimmons J.R., Cuthbert B.N., Scott J.D., Moulder B., Nangia V. Emotional arousal and activation of the visual cortex: an fMRI analysis // *Psychophysiology*. – 1998. – Vol. 35(2). – P. 199–210.
41. Lang P.J., Bradley M.M. Emotion and the motivational brain // *Biological Psychology*. – 2010. – Vol. 84(3). – P. 437–450.
42. Lang P.J., Bradley M.M., Cuthbert B.N. International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual // *Technical report A-8*. – 2008.
43. Lang P.J., Greenwald M.K., Bradley M.M., Hamm A.O. Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions // *Psychophysiology*. – 1993. – Vol. 30(3). – P. 261–273.
44. McFarland R.A. Relationship of skin temperature changes to the emotions accompanying music // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. – 1985. – Vol. 10(3). – P. 255–267.
45. Nitschke J.B., Heller W., Palmieri P.A., Miller G.A. Contrasting patterns of brain activity in anxious apprehension and anxious arousal // *Psychophysiology*. – 1999. – Vol. 36(5). – P. 628–637.
46. Nummenmaa L., Glerean E., Hari R., Hietanen J.K. Bodily maps of emotions // *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. – 2014. – Vol. 111(2). – P. 646–651.
47. Olofsson J.K., Nordin S., Sequeira H., Polich J. Affective picture processing: an integrative review of ERP findings // *Biological Psychology*. – 2008. – Vol. 77(3). – P. 247–265.
48. Osgood C.E., Suci G., Tannenbaum P. *The Measurement of Meaning*. – University of Illinois Press, 1957.
49. Partala T., Surakka V. Pupil size variation as an indication of affective processing // *International Journal of Human-Computer Studies*. – 2003. – Vol. 59(1). – P. 185–198.
50. Redondo J., Fraga I., Padrón I., Comesaña M. The Spanish adaptation of ANEW (affective norms for English words) // *Behavior Research Methods*. – 2007. – Vol. 39(3). – P. 600–605.
51. Rimm-Kaufman S.E., Kagan J. The psychological significance of changes in skin temperature // *Motivation and Emotion*. – 1996. – Vol. 20(1). – P. 63–78.

52. *Russell J.A.* A circumplex model of affect // *J. Personality and Social Psychology*. – 1980. – Vol. 39. – P. 1161–1178.
53. *Russell J.A., Mehrabian A.* Evidence for a three-factor theory of emotions // *Journal of Research in Personality*. – 1977. – Vol. 11(3). – P. 273–294.
54. *Sabatinelli D., Bradley M.M., Lang P.J., Costa V.D., Versace F.* Pleasure rather than salience activates human nucleus accumbens and medial prefrontal cortex // *Journal of Neurophysiology*. – 2007. – Vol. 98(3). – P. 1374–1379.
55. *Sakaki M., Niki K., Mather M.* Beyond arousal and valence: The importance of the biological versus social relevance of emotional stimuli // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. – 2012. – Vol. 12(1). – P. 115–139.
56. *Salazar-López E., Domínguez E., Juárez Ramos V., de la Fuente J., Meins A., Iborra O., Gálvez G., Rodríguez-Artacho M.A., Gómez-Milán E.* The mental and subjective skin: Emotion, empathy, feelings and thermography // *Consciousness and Cognition*. – 2015. – Vol. 34. – P. 149–162.
57. *Sánchez-Navarro J.P., Martínez-Selva J.M., Torrente G., Román F.* Psychophysiological, behavioral, and cognitive indices of the emotional response: A factor-analytic study // *The Spanish Journal of Psychology*. – 2008. – Vol. 11(1). – P. 16–25.
58. *Schupp H.T., Cuthbert B.N., Bradley M.M., Cacioppo J.T., Ito T., Lang P.J.* Affective picture processing: the late positive potential is modulated by motivational relevance // *Psychophysiology*. – 2000. – Vol. 37(2). – P. 257–261.
59. *Schwartz G.E., Brown S.L., Ahern G.L.* Facial muscle patterning and subjective experience during affective imagery: Sex differences // *Psychophysiology*. – 1980. – Vol. 17(1). – P. 75–82.
60. *Smith N.K., Cacioppo J.T., Larsen J.T., Chartrand T.L.* May I have your attention, please: Electrocortical responses to positive and negative stimuli // *Neuropsychologia*. – 2003. – Vol. 41(2). – P. 171–183.
61. *Stins J.F., Beek P.J.* Effects of affective picture viewing on postural control // *BMC Neuroscience*. – 2007. – Vol. 8(1). – P. 83.
62. *Tassinary L.G., Cacioppo J.T., Geen T.R.* A psychometric study of surface electrode placements for facial electromyographic recording: I. The brow and cheek muscle regions // *Psychophysiology*. – 1989. – Vol. 26(1). – P. 1–16.
63. *Tranel D., Damasio H.* Neuroanatomical correlates of electrodermal skin conductance responses // *Psychophysiology*. – 1994. – Vol. 31(5). – P. 427–438.
64. *Vila J., Guerra P., Muñoz M.A., Perakakis P., Delgado L.C., Figueroa M., Mohamed S.* La dinámica del miedo: la cascada defensiva // *Escritos de Psicología (Internet)*. – 2009. – Vol. 3(1). – P. 37–42.
65. *Vrana S.R., Spence E.L., Lang P.J.* The startle probe response: a new measure of emotion? // *Journal of Abnormal Psychology*. – 1988. – Vol. 97(4). – P. 487–491.
66. *Wundt W.M.* Grundriss der Psychologie. – W. Engelmann, 1896.

### References

1. Vasanov AYu, Marchenko OP, Mashanlo AS. Proverka standartnykh pokazateley emotsional'no okrashennykh fotoizobrazheniy IAPS na russkoy vyborke. Eksperimental'naya psikhologiya 2011; 4(3):126–132 (in Russian).
2. Pavlov IP. Otvet fiziologa psikhologam. Gosmedizdat 1953. (in Russian).
3. Sechenov IM. Refleksy golovnogo mozga 1863 (in Russian).
4. Aldhafeeri FM, Mackenzie I, Kay T, Alghamdi J, Sluming V. Regional brain responses to pleasant and unpleasant IAPS pictures: different networks. *Neuroscience Letters* 2012; 512(2):94–98.
5. Azevedo TM, Volchan E, Imbiriba LA, Rodrigues EC, Oliveira JM, Oliveira L, Vargas CD. A freezing-like posture to pictures of mutilation. *Psychophysiology* 2005; 42(3):255–260.
6. Benning SD, Patrick CJ, Lang AR. Emotional modulation of the postauricular reflex. *Psychophysiology* 2004; 41(3):426–432.
7. Bradley MM, Codispoti M, Cuthbert BN, Lang PJ. Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion* 2001; 1(3):276–298.
8. Bradley MM, Codispoti M, Lang PJ. A multi-process account of startle modulation during affective perception. *Psychophysiology* 2006; 43(5):486–497.
9. Bradley MM, Cuthbert BN, Lang PJ. Startle reflex modification: emotion or attention? *Psychophysiology* 1990; 27(5):513–522.

10. Bradley MM, Lang PJ. Affective norms for English words (ANEW): Instruction manual and affective ratings. Technical report C-1, the center for research in psychophysiology. University of Florida 1999:1–45.
11. Bradley MM, Lang PJ. Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology* 2000; 37(2):204–215.
12. Bradley MM, Lang PJ, Cuthbert BN. Emotion, novelty, and the startle reflex: habituation in humans. *Behavioral Neuroscience* 1993; 107(6):970–980.
13. Bradley M, Lang PJ. The International affective digitized sounds (IADS): stimuli, instruction manual and affective ratings. NIMH Center for the Study of Emotion and Attention 1999.
14. Cacioppo JT, Berntson GG, Larsen JT, Poehlmann KM, Ito TA. The psychophysiology of emotion. *Handbook of emotions* 2000; 2:173–191.
15. Carretié L, Mercado F, Tapia M, Hinojosa JA. Emotion, attention, and the «negativity bias», studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology* 2001; 41(1):75–85.
16. Conroy MA, Polich J. Affective valence and P300 when stimulus arousal level is controlled. *Cognition and Emotion* 2007; 21(4):891–901.
17. Cook III EW, Atkinson L, Lang KG. Stimulus control and data acquisition for IBM PCs and compatibles. *Psychophysiology* 1987; 24(6):726–727.
18. Cuthbert BN, Bradley MM, Lang PJ. Probing picture perception: Activation and emotion. *Psychophysiology* 1996; 33(2):103–111.
19. Cuthbert B, Schupp H, Bradley M, Birbaumer N, Lang P. Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology* 2000; 52(2):95–111.
20. Darwin C. The expression of the emotions in man and animals. Oxford University Press 1998.
21. Davidson RJ, Ekman P, Saron CD, Senulis JA. Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: Emotional expression and brain physiology: I. *Journal of Personality and Social Psychology* 1990; 58(2):330–341.
22. Davidson RJ, Irwin W. The functional neuroanatomy of emotion and affective style. *Trends in Cognitive Sciences* 1999; 3(1):11–21.
23. Dimberg U, Thunberg M. Rapid facial reactions to emotional facial expressions. *Scandinavian Journal of Psychology* 1998; 39(1):39–45.
24. Eilola TM, Havelka J. Affective norms for 210 British English and Finnish nouns. *Behavior Research Methods* 2010; 42(1):134–140.
25. Ekman P. Facial expression and emotion. *American Psychologist* 1993; 48(4):384–392.
26. Ekman P, Rosenberg EL. What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS). Oxford University Press 1997.
27. Gable PA, Harmon-Jones E. Postauricular reflex responses to pictures varying in valence and arousal. *Psychophysiology* 2009; 46(3):487–490.
28. Gainotti G. Emotional behavior and hemispheric side of the lesion. *Cortex* 1972; 8(1):41–55.
29. Grühn D, Scheibe S. Age-related differences in valence and arousal ratings of pictures from the International Affective Picture System (IAPS): Do ratings become more extreme with age? *Behavior Research Methods* 2008; 40(2):512–521.
30. Heinzl A, Bermpohl F, Niese R, Pfennig A, Pascual-Leone A, Schlaug G, Northoff G. How do we modulate our emotions? Parametric fMRI reveals cortical midline structures as regions specifically involved in the processing of emotional valences. *Cognitive Brain Research* 2005; 25(1):348–358.
31. Heller W. The neuropsychology of emotion: Developmental patterns and implications for psychopathology. *Psychological and Biological Approaches to Emotion* 1990; 1:67–211.
32. Heller W, Nitschke JB, Lindsay DL. Neuropsychological correlates of arousal in self-reported emotion. *Cognition & Emotion* 1997; 11(4):383–402.
33. Heller W, Nitschke JB, Miller GA. Lateralization in emotion and emotional disorders. *Current Directions in Psychological Science* 1998; 7(1):26–32.
34. Heller W. Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal. *Neuropsychology* 1993; 7(4):476–489.
35. Hillman CH, Rosengren KS, Smith DP. Emotion and motivated behavior: postural adjustments to affective picture viewing. *Biological Psychology* 2004; 66(1):51–62.

36. James W. What is an emotion? *Mind* 1884; 9(34):188–205.
37. Jorge R, Robinson RG. Mood disorders following traumatic brain injury. *International Review of Psychiatry* 2003; 15(4):317–327.
38. Kosonogov V, De Zorzi L, Honoré J, Martínez-Velázquez ES, Nandirino JL, Martínez-Selva JM, & Sequeira H. Facial thermal variations: A new marker of emotional arousal. *PloS One* 2017; 12(9): e0183592.
39. Kovalenko AA, Pavlenko VB, Chernyi SV. Reflection of the emotional significance of visual stimuli in the characteristics of evoked EEG potentials. *Neurophysiology* 2010; 42(1):70–79.
40. Lang PJ, Bradley MM, Fitzsimmons JR, Cuthbert BN, Scott JD, Moulder B, Nangia V. Emotional arousal and activation of the visual cortex: an fMRI analysis. *Psychophysiology* 1998; 35(2):199–210.
41. Lang PJ, Bradley MM. Emotion and the motivational brain. *Biological Psychology* 2010; 84(3):437–450.
42. Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN. International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical report A-8, 2008.
43. Lang PJ, Greenwald MK, Bradley MM, Hamm AO. Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology* 1993; 30(3):261–273.
44. McFarland RA. Relationship of skin temperature changes to the emotions accompanying music. *Applied Psychophysiology and Biofeedback* 1985; 10(3):255–267.
45. Nitschke JB, Heller W, Palmieri PA, Miller GA. Contrasting patterns of brain activity in anxious apprehension and anxious arousal. *Psychophysiology* 1999; 36(5):628–637.
46. Nummenmaa L, Glerean E, Hari R, Hietanen JK. Bodily maps of emotions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* 2014; 111(2):646–651.
47. Olofsson JK, Nordin S, Sequeira H, Polich J. Affective picture processing: an integrative review of ERP findings. *Biological Psychology* 2008; 77(3):247–265.
48. Osgood CE, Suci G, Tannenbaum P. *The Measurement of Meaning*. University of Illinois Press 1957.
49. Partala T, Surakka V. Pupil size variation as an indication of affective processing. *International Journal of Human-Computer Studies* 2003; 59(1):185–198.
50. Redondo J, Fraga I, Padrón I, Comesaña M. The Spanish adaptation of ANEW (affective norms for English words). *Behavior Research Methods* 2007; 39(3):600–605.
51. Rimm-Kaufman SE, Kagan J. The psychological significance of changes in skin temperature. *Motivation and Emotion* 1996; 20(1):63–78.
52. Russell JA. A circumplex model of affect. *J Personality and Social Psychology* 1980; 39:1161–1178.
53. Russell JA, Mehrabian A. Evidence for a three-factor theory of emotions. *Journal of Research in Personality* 1977; 11(3):273–294.
54. Sabatinelli D, Bradley MM, Lang PJ, Costa VD, Versace F. Pleasure rather than salience activates human nucleus accumbens and medial prefrontal cortex. *Journal of Neurophysiology* 2007; 98(3):1374–1379.
55. Sakaki M, Niki K, Mather M. Beyond arousal and valence: The importance of the biological versus social relevance of emotional stimuli. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 2012; 12(1):115–139.
56. Salazar-López E, Domínguez E, Juárez Ramos V, de la Fuente J, Meins A, Iborra O, Gálvez G, Rodríguez-Artacho MA, Gómez-Milán E. The mental and subjective skin: Emotion, empathy, feelings and thermography. *Consciousness and Cognition* 2015; 34:149–162.
57. Sánchez-Navarro JP, Martínez-Selva JM, Torrente G, Román F. Psychophysiological, behavioral, and cognitive indices of the emotional response: A factor-analytic study. *The Spanish Journal of Psychology* 2008; 11(1):16–25.
58. Schupp HT, Cuthbert BN, Bradley MM, Cacioppo JT, Ito T, Lang PJ. Affective picture processing: the late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology* 2000; 37(2):257–261.
59. Schwartz GE, Brown SL, Ahern GL. Facial muscle patterning and subjective experience during affective imagery: Sex differences. *Psychophysiology* 1980; 17(1):75–82.
60. Smith NK, Cacioppo JT, Larsen JT, Chartrand TL. May I have your attention, please: Electrocortical responses to positive and negative stimuli. *Neuropsychologia* 2003; 41(2):171–183.

61. Stins JF, Beek PJ. Effects of affective picture viewing on postural control. *BMC Neuroscience* 2007; 8(1):83.
62. Tassinary LG, Cacioppo JT, Geen TR. A psychometric study of surface electrode placements for facial electromyographic recording: I. The brow and cheek muscle regions. *Psychophysiology* 1989; 26(1):1–16.
63. Tranel D, Damasio H. Neuroanatomical correlates of electrodermal skin conductance responses. *Psychophysiology* 1994; 31(5):427–438.
64. Vila J, Guerra P, Muñoz MA, Perakakis P, Delgado LC, Figueroa M, Mohamed S. La dinámica del miedo: la cascada defensiva. *Escritos de Psicología (Internet)* 2009; 3(1):37–42.
65. Vrana SR, Spence EL, Lang PJ. The startle probe response: a new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology* 1988; 97(4):487–491.
66. Wundt WM. *Grundriss der Psychologie*. W. Engelmann 1896.

## REVIEW OF MODERN METHODS OF MEASURING THE PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF SIGNS AND THE STRENGTHS OF EMOTIONAL STATES

V.V. KOSONOGOV<sup>1</sup>, H.M. MARTINEZ-SELVA<sup>2,3</sup>, H.P. SÁNCHEZ-NAVARRO<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> *Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia;*

<sup>2</sup> *University of Murcia,*

<sup>3</sup> *Murcia Institute of Biomedical Research, Spain*

The current review summarizes the modern methods of measuring the physiological components of emotional states in the mainstream of the axial approach. Physiological indicators of the activity of the heart, skin, brain and other organs are considered in emotional states of different signs (pleasant/unpleasant) and different strengths (strong/weak). The review is intended to help researchers find the appropriate physiological indicators of emotional states in the planning of psychophysiological experiments.

*Keywords:* emotion, sign of emotion, strength of emotion, psychophysiology, EEG, EMG, EAC, ECG.

**Address:**

Kosonogov V.V.

Doctor of Neuroscience (Spain), Senior Lecturer at the Academy of Psychology and Pedagogy of the Southern Federal University

E-mail: vkosonogov@sfedu.ru