

КОГНИТИВНЫЕ И СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 612.821

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ  
ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА  
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2022 г. О. В. Битик<sup>1</sup> \*, Е. С. Щелканова<sup>1</sup>, И. В. Маркин<sup>1</sup>,  
Е. А. Журбин<sup>1</sup>, М. Р. Назарова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Военный инновационный технополис «ЭРА», Анапа, Россия

\*E-mail: era\_1@mil.ru

Поступила в редакцию 21.12.2021 г.

После доработки 13.01.2022 г.

Принята к публикации 13.01.2022 г.

Повышение качества комплектования войск и медико-психологического сопровождения военнослужащих является актуальной задачей. Обсуждаются наиболее перспективные методы диагностики психоэмоционального состояния человека для применения в Вооруженных силах РФ как на этапе профессионального психологического отбора, так и при медико-психологическом сопровождении и реабилитации. Представлен анализ текущих мировых тенденций применения технологий диагностики и контроля психоэмоционального состояния человека.

DOI: 10.56304/S2782375X22010077

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент в Вооруженных силах Российской Федерации остро поставлен вопрос профессионального психологического отбора и медико-психологического сопровождения военнослужащих. Упразднение должностей военных психологов и нехватка квалифицированных кадров создали предпосылки для появления проблем в этой сфере. Применение субъективных методов тестовых батарей на этапе приема граждан на военную службу не позволяет добиваться качественного комплектования воинских должностей. Внедрение объективных методов диагностики психоэмоционального состояния является наиболее очевидным способом решения сложившейся проблемы.

Психоэмоциональное состояние (ПЭС) – это особая форма психических состояний человека с преобладанием эмоционального реагирования. Эмоциональные проявления в реагировании на действительность необходимы человеку, так как они позволяют регулировать его самочувствие и функциональное состояние.

Профессия военнослужащего предполагает риск воздействия неблагоприятных факторов внешней среды (стрессорных, эколого-гигиенических, социально-психологических и т.д.) [1]. В Вооруженных силах Российской Федерации военнослужащий находится в системах человек–

человек, человек–машина, где человеческая ошибка может привести к неблагоприятным последствиям. Особенно высокие антропогенные риски отмечаются при выполнении операторской деятельности, требующей высокого уровня умственного напряжения, внимания, восприятия, памяти и т.д. Основная причина, приводящая к ошибкам, заключается в несоответствии ПЭС человека требованиям его профессиональной деятельности. Изменение ПЭС может привести к неправильному порядку действий при выполнении боевой (учебно-боевой) задачи, что повышает риск срыва целей боевых применений.

Кроме того, анализ заболеваемости психическими расстройствами за 2003–2014 гг. выявил достаточно большую распространенность этих состояний среди военнослужащих по контракту ( $5.49 \pm 0.28\%$  у сержантов и  $8.44 \pm 0.91\%$  у офицеров) [2], что позволяет сделать вывод об актуальности проведения мониторинга ПЭС в системе ВС РФ.

Стресс, лежащий в основе многих психических расстройств, по определению эндокринолога Г. Селье, – это нормальная реакция организма на изменение условий окружающей среды. Различают «эустресс» (позитивный, «оздоровительный») и «дистресс» (негативный, патологический). В то время как эустресс помогает человеку успешно справляться с повседневными пробле-

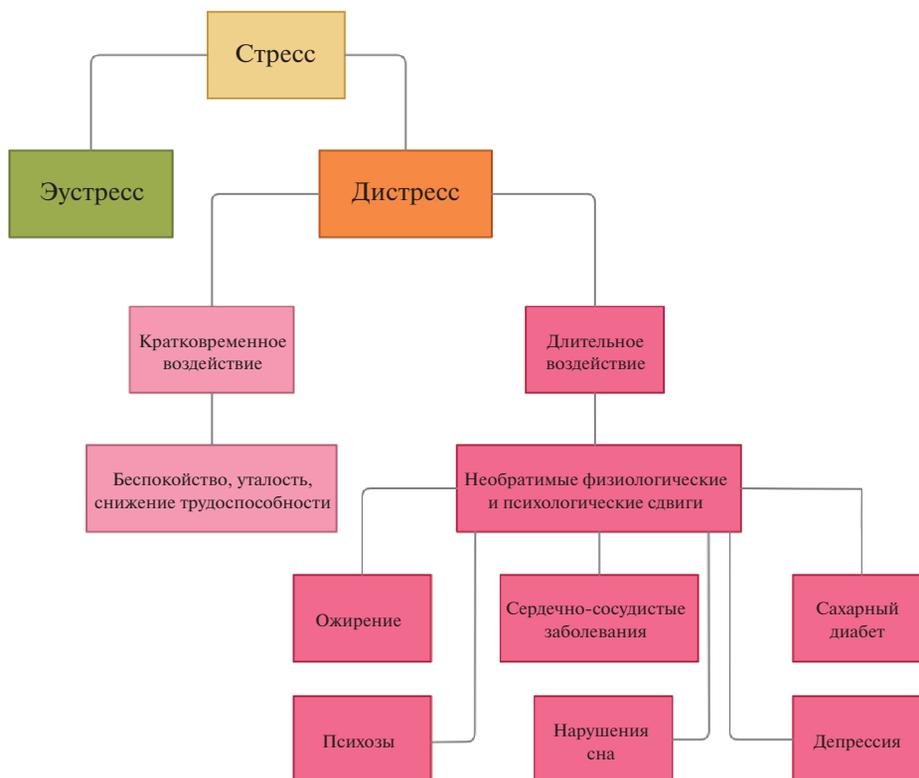


Рис. 1. Классификация стресса и его последствия для организма человека.

мами, дистресс может приводить к различным проблемам со здоровьем (рис. 1). Поэтому методы диагностики ПЭС в целом влияют не только на психическое, но и на физическое благополучие человека. Имеются данные о том, что проведение мониторинга ПЭС способно снижать уровень профессионального травматизма до 40% у операторских специальностей [3].

На данный момент в качестве основного метода оценки ПЭС в ВС РФ используются различные психологические тесты и опросники (*S*-тест, установление закономерностей, арифметический счет, МИОМ-2, 16-ФЛО, ОСТ, МЛО “Адаптивность”). Несмотря на достоинства этих методов, самыми главными из которых являются экономичность и оперативность, обусловленные возможностью проведения оценки ПЭС одновременно у большой группы испытуемых за относительно короткий промежуток времени, у них имеются значимые недостатки, а именно опасность “слепых” (автоматических) ошибок, потеря индивидуального подхода в силу отсутствия возможности раскрыть индивидуальность испытуемого при наличии стандартных вариантов ответов. Поэтому в системе Вооруженных сил РФ предпринимаются попытки внедрения более современных методов контактной и дистанционной регистрации ПЭС.

### МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

По способу взаимодействия с человеком все методы диагностики ПЭС (депрессии, неврозов, стресса, агрессивности, тревожности и т.д.) можно разделить на две группы: контактные и бесконтактные. Контактные методы получили широкое распространение благодаря своей низкой стоимости по сравнению с дистанционными. Они используют показатели жизненно важных функций человека – температуру, частоту сердечных сокращений (пульс), частоту дыхания, артериальное давление и т.д. Так, анализаторы сердечного ритма “Бриз”, “Омега М”, “Омега С” основаны на нейродинамическом анализе вариабельности ритма сердца [4]. Есть и более сложные аппаратно-программные комплексы, например АПК “РОФЭС-Е01С”, который способен тестировать функциональное состояние 17 органов и систем органов человека, а также психоэмоциональную сферу с помощью импульсов микротока; сомнографы, которые используются для исследования патологии сна, проводят запись ЭЭГ, ЭМГ, ЭОГ, пульсоксиметрию, спирометрию; полиграфы, которые, несмотря на споры научного сообщества, продолжают использоваться для исследования психофизиологического и психоэмоцио-



Рис. 2. Классификация бесконтактных методов диагностики психофизиологического состояния.

нального состояния [5]. В России широко распространены модели полиграфов “Полискор”, “Крис”, “Риф”. Они регистрируют параметры дыхания, деятельности сердечно-сосудистой системы, кожно-гальваническую реакцию и др. [6]. Данные приборы основаны на предположении о том, что ложь человека вызывает эмоциональную реакцию, которая сопровождается измеримыми психофизиологическими проявлениями (например, повышение потоотделения влияет на проводимость кожи), хотя специфических физиологических реакций, связанных с ложью, до сих пор обнаружено не было. Кроме того, имеются экспериментальные данные о том, что точность проверки на полиграфе находится в неудовлетворительном диапазоне (72–91%), потому что напрямую зависит от уровня подготовки полиграфолога [7].

В целом развитие современных методов диагностики характеризуется постепенным переходом к бесконтактным методам регистрации ПЭС. На данный момент к основным технологиям относятся: функциональное ИК-тепловидение, биорадар, лазерная доплеровская виброметрия, окулография, биометрическая аудио- и видеорегистрация [8], 3D-сенсоры, а также технология виброизображения. Указанные методы можно объединить в три группы (рис. 2).

*Функциональное ИК-тепловидение* (рис. 3) – перспективная методика изучения ПЭС, основанная на визуализации электромагнитного поля человека в ИК-диапазоне [9, 10]. Объективным показателем здесь является изменение коэффициента отражения с поверхности кожи человека, вызываемое изменением его ПЭС [11]. Большая часть естественного излучения с поверхности кожи человека находится в ИК-диапазоне и соответствует длинам волн от 4 до 50 мкм, а его максимум приходится на волны с длиной 10 мкм [12]. По величине регистрируемого излучения дистанционно определяется температура (энергетическая яркость) отдельных участков тела человека, например лица. В зависимости от повышения или снижения поверхностной температуры на фоне привычных (физиологически нормальных)

усиливается или, наоборот, ослабевает интенсивность “свечения” этой области. Это позволяет бесконтактно записывать набор стереотипных паттернов активности лицевых мышц и таким образом распознавать эмоции, связанные с этими паттернами. Несколько исследований подтвердили четкую корреляцию между эмоциями, уровнями стресса, боли и тревоги, с одной стороны, и изменениями кровотока в коже лица, с другой [13]. Кроме того, метод особенно зарекомендовал себя при функциональном анализе обмана: в [14] проведена инсценировка преступления (кражи кошелька), после чего следовало измерение температуры периорбитальной области лица с помощью тепловизора. Функциональный дискриминантный анализ позволил различать преступления по данным ИК-тепловизора с точностью 98.89%.

ИК-тепловидение имеет по сравнению с другими методами как преимущества (высокая точность; неинвазивность; возможность проведения исследования без осознания этого испытуемым, так как камера практически не отличается от видеокамеры; возможность сохранения необработанных данных для последующего анализа при усовершенствовании метода в будущем), так и ряд недостатков, главным из которых является требование к окружающей среде (температура, влажность, изменение расстояния между испытуемым и тепловизором), что не позволяет его широко использовать на данный момент.

*Метод биорадара* основан на модуляции зондирующего радиолокационного сигнала, отраженного от человека движением поверхности тела, которое может быть вызвано дыханием, сердцебиением, перистальтикой кишечника, движениями конечностей и т.д. Он был разработан в 70-е годы прошлого столетия J.C. Lin. Биорадарная технология сочетает в себе технологии радиолокации и биоинженерии, что позволяет обнаруживать малейшие физиологические движения на расстоянии и даже сквозь неметаллические предметы (например, через кирпичные стены) [15]. Биорадар позволяет получать сигналы сокращений сердечной мышцы, колебания груд-

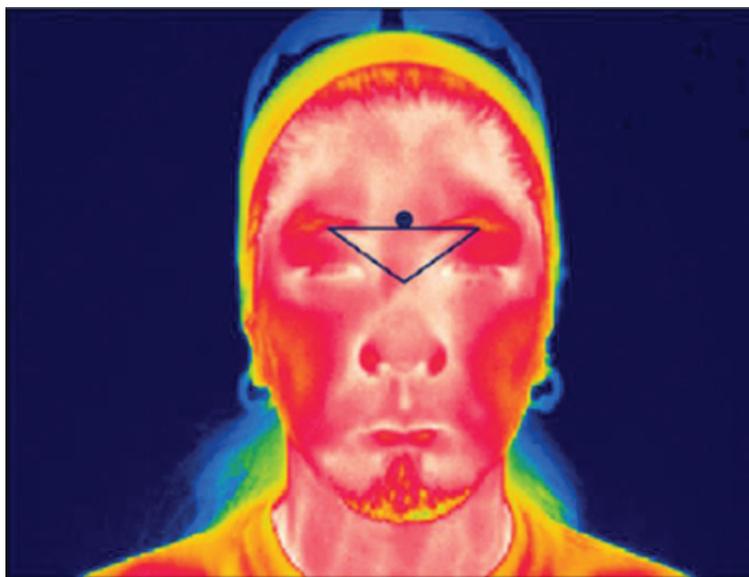


Рис. 3. Пример теплоизображения [14].

ной клетки во время дыхания, колебания голосовых связок, а также движения различных частей тела [8]. Имеются данные об относительно высокой точности метода – 94,4% [16] при измерении респираторных сигналов (частоты дыхания) для оценки стресса за одну минуту. К недостаткам метода можно отнести высокие требования к окружающей среде.

*Сканирующая лазерная доплеровская виброметрия* – это метод полномасштабного измерения вибрации, при котором измерительный луч виброметра сканирует тестируемый объект и записывает данные о вибрации сетки точек измерения за короткое время. Эффект Доплера основан на том, что свет (волновое излучение), отраженный от движущегося объекта, меняет свою частоту пропорционально скорости объекта. Учитывая, что лазерный луч является монохроматическим излучением (на одной или нескольких определенных длинах волн), можно точно измерить доплеровское изменение его частоты при отражении от колеблющегося объекта и тем самым определить скорость этого объекта. Более того, доплеровское смещение практически линейно зависит от скорости освещаемого (облучаемого) объекта. В частности, можно регистрировать значительно больше параметров, чем в случае биорадара: частоту пульса, различные параметры дыхания, тремор и напряжение мышц (особенно мимических), что позволяет обнаружить эмоциональный статус испытуемого в момент контроля) [8]. Эффективность метода определяется способностью обнаруживать малейшие вибрации кожи, связанные с деятельностью кардиореспираторной системы (сердцебиение, пульсовая волна).

*Окулография* – экспериментальный метод записи движения глаз и местоположения взгляда во времени и пространстве. Впервые глазодвигательные реакции описал Чарльз Белл в 1823 г., представив гипотезу о том, что именно головному мозгу принадлежит главная роль в “управлении” движением глазных яблок. В дальнейшем она подтвердилась работами Джаста и Карпентера, Райнера, Рейнгольда [17, 18].

Данная технология направлена на изучение тепловой карты (распределения точек фиксации), положения фиксации, интересующей области, диаметра зрачка, времени фиксации, последовательности фиксации, расстояния саккады, продолжительности саккады и т.д. [19]. Существует много методов регистрации движения глаз, но наиболее используемыми из них в настоящее время являются:

- видеосъемка (кинорегистрация, телерегистрация) – позволяет раскрыть наиболее общую связь взора с процессами когнитивной деятельности испытуемого, однако мало применима для изучения собственных механизмов окуломоторной активности;

- фотооптический метод, который обладает наивысшей “разрешающей способностью” среди всех методов, может быть использован при изучении всех известных видов окуломоторной активности, однако требует жесткой фиксации головы исследуемого и особых профессиональных навыков исследователя, трудоемок и не приспособлен для оперативной обработки и представления полученных в эксперименте данных;

- фотоэлектрический метод – гибрид, имеющий свойства фотооптического метода и видео-

регистрации; характеризуется невысокой точностью, чувствительностью к перепадам освещенности, однако его преимуществами являются бесконтактность и возможность вести длительное мониторирование;

– электроокулография, использующая электрические потенциалы между роговицей и сетчаткой, получила широкое распространение благодаря относительной простоте и удобству использования (не требует прикосновений к главному яблоку, допускает незначительные движения головы), несмотря на менее высокую точность, чем у остальных методов.

*Биометрическая аудио- и видеорегистрация* – бесконтактный неинвазивный многоканальный способ регистрации данных психоэмоционального и физиологического состояния человека при помощи технологий искусственных нейронных сетей и глубокого машинного обучения с возможностью определения уровня стресса, депрессии, детекции лжи, рисков развития психических заболеваний и т.д. Для этого проводится интерпретация мимических и пантомимических реакций обследуемого, вокально-акустических и речевых сигналов, окулографической активности, жестикуляции, позы и т.д. Особая роль принадлежит оценке выражения лица. П. Экман с коллегами разработал атласы “человеческих эмоций”, где лицо разбивается на три области: верхнюю (брови и лоб), среднюю (глаза и веки) и нижнюю (носогубный треугольник и губы). В них представлено около 10000 паттернов активности лицевых мышц во время выражения различных эмоций. Точность системы в распознавании эмоций по визуальным изображениям составляет 70% [8].

Наиболее перспективным методом регистрации ПЭС, по нашему мнению, является *виброизображение* – технология регистрации и математической обработки микродвижений головы и лица человека. Теоретическая основа метода заключается в вестибулярно-эмоциональном рефлексе, который предполагает, что вестибулярная система связана со всеми другими функциональными системами человеческого тела и быстро реагирует на любые механические, болевые или эмоциональные изменения. Однако связь эмоций с микродвижениями головы остается малоизученной [12].

К достоинствам метода можно отнести время регистрации (одна минута), простоту в обращении, дружелюбность пользователю, относительно невысокую стоимость при минимальных технических требованиях. Система виброизображения успешно зарекомендовала себя на Олимпиаде в Сочи в 2014 г. (17 досмотровых павильонов, 262 камеры и 31 рабочее место), где применялась для поиска агрессивных и потенциально опасных лиц в толпе. Программа показала высо-

кую эффективность: ошибки первого и второго рода равны 8 и 0% соответственно [20].

Как показано в [21], технология виброизображения перспективна для применения при развитии новых интеллектуальных комплексов вооружения, военной и специальной техники на базе биороботических систем с целью повышения профессиональной надежности и сохранения профессионального здоровья военнослужащих.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время существует довольно много методов диагностики психоэмоционального состояния человека с широкой областью применения в различных сферах жизнедеятельности (медицине, экономике, бизнесе и т.д.). Они различаются условиями проведения тестирования, необходимыми требованиями к исследователю, сложностью и длительностью проведения процедуры, стоимостью необходимого оборудования. В качестве инструмента для профессионального отбора и медико-психологического сопровождения в Вооруженных силах РФ наиболее перспективными являются методы, основанные на бесконтактных технологиях, в частности технология виброизображения. Она является оперативной (время тестирования составляет одну минуту), бесконтактной и дешевой при внедрении в практическую деятельность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Щелканова Е.С.* // Медицина катастроф. 2018. № 3. С. 23.
2. *Гончаренко А.Ю.* Дисс. “Система мониторинга психического здоровья военнослужащих, проходящих военную службу по контракту”... докт. мед. наук. Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова. Санкт-Петербург. 2017.
3. *Немов Р.* Психология. М.: Владос. 2018.
4. *Южаков М.М., Авдеева Д.К., Нгуен Д.К.* // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 134.
5. *Попова И.П.* // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. 2019. № 3 С. 11.
6. Государственные требования к минимуму содержания и уровню требований к специалистам для получения дополнительной квалификации “Специалист по проведению инструментальных психофизиологических опросов”.
7. *Vrij A., Hartwig M., Granhag P.A.* // Annual Rev. Psychology. 2019. V. 70. P. 295.
8. *Chernorizov A.M. et al.* // Psychology in Russia. 2016. V. 9. № 4. P. 23.
9. *Cardone D., Merla A.* // Sensors. 2017. V. 17. № 5. P. 1042.

10. *Cardone D., Pinti P., Merla A.* Thermal infrared imaging-based computational psychophysiology for psychometrics. *Compute Math Method Med.* 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/984353>
11. *Berlovskaya E.E. et al.* // *Psychology in Russia: State of the Art.* 2020. V. 13. № 2. P. 64.
12. *Ray T.R. et al* // *Chem. Rev.* 2019. V. 119. № 8. P. 5461.
13. *Giannakakis G. et al.* *Rewiew on psychological stress detection using biosignals* // *IEEE Transactions on Affective Computing.* 2019. V. 13. P. 440–460.
14. *Park K.K. et al.* // *Frontiers in human neuroscience.* 2013. V. 7. P. 70.
15. *Zhang Y. et al.* // *IEEE Microwave Magazine.* 2019. V. 20. № 8. P. 58.
16. *Fernández J.R.M., Anishchenko L.* // *Biomedical signal processing and control.* 2018. V. 43. P. 244.
17. *Rayner K.* // *Quarterly journal of experimental psychology.* 2009. V. 62. № 8. P. 1457.
18. *Rayner K., Reingold E.M.* // *Current opinion in behavioral sciences.* 2015. V. 1. P. 107.
19. *Kredel R. et al.* // *Frontiers in psychology.* 2017. V. 8. P. 1845.
20. *Минкин В.А., Целуйко А.В.* // *Транспортное право.* 2014. № 3. С. 27.
21. *Ивановский В.С., Щелканова Е.С., Маркин И.В.* // *Медицина катастроф.* 2021. № 1. С. 45.