https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-1-45-50
УДК 616.89: 614.8-051

Оригинальная статья
© ВЦМК «Защита»

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЬ ЛИЦ ОПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ, УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАМИ ВООРУЖЕНИЙ

В.С.Ивановский, Е.С.Щелканова, И.В.Маркин

ФГАУ «Военный инновационный технополис «ЭРА», Анапа, Россия

Резюме. Представлены актуальность разработки методов экспресс-контроля психофизиологического состояния лиц опасных профессий (ОП), управляющих системами вооружений, и решаемые с их помощью задачи. Рассмотрены вопросы совершенствования системы психофизиологического сопровождения профессиональной деятельности военных операторов в целях повышения их профессиональной надежности и сохранения профессионального здоровья. Описывается технология виброизображения, позволяющая бесконтактно и оперативно (время тестирования – 1 мин) оценить психофизиологическое состояние. Приводятся примеры ее практического применения при тренажерной подготовке и предсменном психофизиологическом контроле.

Ключевые слова: *бесконтактные методы, лица опасных профессий, операторы системы вооружений, психофизиологический экспресс-контроль, психофизиологическое состояние, технология виброизображения*

Конфликт интересов. Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

Для цитирования: Ивановский В.С., Щелканова Е.С., Маркин И.В. Психофизиологический экспресс-контроль лиц опасных профессий, управляющих системами вооружений // Медицина катастроф. 2021. №1. С. 45-50. https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-1-45-50

https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-1-45-50
UDC 616.89: 614.8-051

Original article
© ARCDM Zashchita

PSYCHOPHYSIOLOGICAL EXPRESS CONTROL OF PERSONS OF HAZARDOUS OCCUPATIONS OPERATING WEAPONS SYSTEMS

V.S.Ivanovsky, E.S.Shchelkanova, I.V.Markin

Millitary Innovation Technopolis «ERA», Anapa, Russian Federation

Abstract. . The article presents the relevance of the development of methods for rapid control of the psychophysiological state of persons of hazardous occupations (OP), managing weapons systems, and the tasks solved with their help. The issues of improving the system of psychophysiological support of the professional activities of military operators in order to increase their professional reliability and preserve professional health are considered. The technology of vibration imaging is described, which makes it possible to assess the psychophysiological state without contact and quickly (testing time – 1 min). Examples of its practical application in training and pre-shift psychophysiological control are given.

Key words: *non-contact methods, persons of hazardous occupations, psychophysiological express control, psychophysiological state, vibration imaging technology, weapons system operators*

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

For citation: Ivanovsky V.S., Shchelkanova E.S., Markin I.V. Psychophysiological Express Control of Persons of Hazardous Occupations Operating Weapons Systems. *Meditsina Katastrof* = Disaster Medicine. 2021; 1: 45-50 (In Russ.). https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-1-45-50

Контактная информация:
Щелканова Елена Сергеевна –научный сотрудник;
Адрес: Россия, 353456 Краснодарский край, г. Анапа, Пионерский проспект д.41;
Тел.: 8(495)693-30-98
E-mail: era_1@mil.ru

Contact information:
Elena S.Shchelkanova – Research Associate of Millitary Innovation Technopolis «ERA»
Address: 41, Pioneer Avenue, Anapa, Krasnodar Krai, 353456, Russia
Phone: +7 (495) 693-30-98
E-mail: era_1@mil.ru

Введение

Современные интеллектуальные эргатические системы составляют основу высокотехнологичных систем вооружений. Определяющим звеном таких систем выступает человек-оператор, от качества, точности и надежности деятельности которого зависит безопасность или даже сам смысл работы всей системы. В любой технической системе оборудование и технологические процессы

имеют антропогенную уязвимость, и надежность ее функционирования зависит от того, насколько профессиональные, социально-биологические, медико-психофизиологические характеристики оператора соответствуют требованиям его профессиональной деятельности, т.е. от профессиональной надежности специалиста [1–4]. Низкий уровень профессиональной надежности военного специалиста, выполняющего учебно-боевую задачу, может привести к срыву целей боевого применения, огромным потерям людских, материально-технических и экономических ресурсов государства [5].

Операторы, управляющие системами вооружений, относятся к лицам опасных профессий (ОП), так как им присущи такие существенные особенности, как высокая социальная значимость профессии, чрезвычайно жесткие требования к профессионально важным качествам, работа в условиях постоянного комплексного воздействия неблагоприятных факторов среды и деятельности, необычайная преданность своей профессии и целый ряд других [6].

Повышение/поддержание профессиональной надежности лиц ОП обеспечивается системой мероприятий, в которую включена система психофизиологического обеспечения [7].

Психофизиологическое обеспечение – это система мероприятий, направленных на оценку характера и выраженности определяющих профессиональную пригодность и работоспособность, профессионально значимых психологических и психофизиологических качеств в той мере, в которой они такими качествами определяются, на поддержание необходимого уровня этих качеств в процессе профессиональной деятельности, на коррекцию возникающих психофизиологических нарушений, предотвращение расстройств психического и соматического здоровья [8].

Кроме того, это совокупность психологических, психофизиологических и физиологических диагностических методов и коррекционных мероприятий, направленных на оптимизацию функционального состояния и работоспособности специалистов, в том числе военнослужащих, осуществляющих деятельность в неблагоприятных и опасных условиях [3, 7, 9, 10].

Основные направления психофизиологического обеспечения: психофизиологический профессиональный отбор; периодический психофизиологический контроль; психофизиологическая экспертиза трудоспособности; психологическая подготовка, психологическая поддержка и функциональная реабилитация. В число основных направлений можно дополнительно включить психофизиологическое сопровождение тренажерной подготовки и контроль текущего психофизиологического состояния (ПФС) военных специалистов в процессе выполнения профессиональной деятельности.

Каждое из указанных направлений обеспечивается диагностическими методами, включающими в себя психодиагностические тесты, психофизиологические и физиологические методики. В зависимости от набора используемых методик время психофизиологического обследования может занимать до двух часов. Если на этапах профессионального отбора и периодического психофизиологического контроля это приемлемо, то при психофизиологическом сопровождении тренажерной подготовки операторов и текущем контроле необходимо использовать оперативные методы экспресс-диагностики – желательно бесконтактные, чтобы не отвлекать военного оператора систем вооружений от выполнения стоящих перед ним задач.

Цель исследования – обоснование метода психофизиологического экспресс-контроля военнослужащих, управляющих системами вооружений.

Современные технологии экспресс-диагностики психофизиологического состояния

Обзор современных методов экспресс-диагностики психофизиологического состояния человека представлен ранее и затем обобщен в работе по критериям бесконтактности, оперативности, системности и доступности для широкого практического применения [11, 12].

Оперативность подразумевает под собой способность технических средств обеспечить контроль психофизиологического состояния необходимого числа людей в минимально отведенное на это время. Бесконтактность требует отсутствия взаимодействия обследуемого с регистрационной аппаратурой и различного рода датчиками, т.е. технология должна быть «дружественна» пользователю и позволять оценивать состояние человека, не нарушая его привычную деятельность. *Системность* означает, что объектом оценки должны являться не частные, а обобщенные характеристики ПФС. *Доступность для практического применения* – это значит, что измерительная технология не должна быть лабораторным образцом, а иметь достаточно широкое применение в практике работы.

Рассмотрение технологии экспресс-контроля ПФС проводилось по двум классам устройств:

– устройствам, регистрирующим состояние кровотока в сосудистой сети и связанными с этим явлениями – тепловизоры, доплеровские, СВЧ и другие устройства;

– устройствам, регистрирующим физические колебательные характеристики тела и его отдельных участков – айтрекеры, 3D-сенсоры, видеорегистраторы движения и др.

В результате сравнительного анализа был сделан вывод, что наиболее перспективными являются: *по классу бесконтактных устройств* – устройства, регистрирующие физические колебательные характеристики тела и его отдельных участков; *по методам реализации* – технология оценки параметров виброизображения головы и лица человека [13].

Перспективность оценки параметров движения была отмечена великими учеными. Так, И.М. Сеченов в 1863 г. в классической работе «Рефлексы головного мозга» сформулировал тезис о том, что все внешние проявления мозговой деятельности могут быть сведены на мышечное движение. Чарльз Дарвин в книге «О выражении эмоций у человека и животных» (1872) на основе теории эволюции утверждал, что «рефлекторные действия характеризуют выражение эмоций» [14, 15]. Выдающийся биолог и психолог XX в. нобелевский лауреат Конрад Лоренц в книге «Агрессия» (1966) указал на то, что тот, кто сумеет измерить амплитуду и интенсивность рефлекторных движений, сможет определить уровень агрессии [16].

Принцип получения виброизображения – накопление и анализ межкадровой разности. При таком подходе стандартное изображение (кадр) не анализируется совсем, а вся обработка осуществляется только с межкадровой разностью. Это приводит к тому, что резко сокращается количество обрабатываемой информации и появляется возможность выполнять процесс обработки в режиме реального времени. При накоплении

межкадровой разности происходит накопление информации о перемещении объекта в каждом элементе матрицы, который приблизительно сфокусирован на определённой точке пространства, т.е. слежение идет за пространством, а не за объектом. Виброизображение отражает амплитуду и частоту вибраций головы и частей лица человека. Каждая точка (пиксель) амплитудного виброизображения отражает накопленное за определённое время относительное перемещение элемента изображения, так как при незначительных перемещениях межкадровая разность пропорциональна движению объекта. В отличие от амплитудного каждая точка частотного виброизображения имеет физическую размерность частоты (Гц), так как реально отображает частоту изменения сигнала в каждом элементе изображения. Значения амплитуды и частоты вибраций головы человека различаются в каждой точке пространства и выводятся на экран в виде псевдоцветового изображения [13].

Практические результаты использования технологии оценки параметров виброизображения при экспресс-диагностике психофизиологического состояния

Перспективность использования технологии оценки параметров виброизображения для психофизиологического экспресс-контроля военнослужащих, управляющих системами вооружений, может быть продемонстрирована на двух примерах: при выполнении моделируемой операторской деятельности на психофизиологическом тренажере; при осуществлении предсменного психофизиологического контроля [17].

Для тренажерной подготовки персонала использовали психофизиологический тренажер «ТИБУР_ТПС» (далее – Тренажер), разработанный специалистами Федерального медицинского биофизического центра им. А.И.Бурназяна ФМБА России (Москва) совместно с сотрудниками Научно-исследовательского института молекулярной биологии и биофизики (Новосибирск) – [18]. Комплекс построен на базе интерактивных имитационных обучающих игр с биологической обратной связью в виртуальной среде с параллельной регистрацией точностных и скоростных параметров моделируемой деятельности и физиологических показателей. Тренажер предназначен для подготовки специалистов, участвующих в операциях по обращению с ядерным топливом и радиоактивными отходами. Тренировка направлена на развитие пространственно-временно́й координации, координационно-двигательного взаимодействия, повышение стрессоустойчивости, совершенствование характеристик внимания и памяти, формирование навыков оптимального функционирования в экстремальных условиях и профилактику психосоматических расстройств, связанных с длительно действующими факторами стресса/радиофобии.

В ходе выполнения моделируемой деятельности регистрировали пневмограмму, электромиограмму, электрокардиограмму, кожно-гальваническую реакцию. Параллельно проводили видеозапись лица тренируемых/тестируемых с последующей обработкой по программе «VibraMed» [18]. Общее количество анализируемых показателей – 46, количество наблюдений – 2837.

Установлена высокая взаимосвязь показателей виброизображения с параметрами электрофизиологических сигналов – коэффициент канонической корреляции (r) = 0,85; p = 0,001 (таблица).

Таблица/Table

Факторная структура канонических переменных виброизображения и электрофизиологических сигналов

Factor structure of canonical variables of vibration image and electrophysiological signals

Показатель виброизображения, усл. ед. Vibration image indicator, conventional units	Root 1
F1	**0,984**
F2	0,246
F3	-0,243
F4	-0,088
Электрофизиологический сигнал Electrophysiological signal	**Root 1**
Стандартное отклонение RR-интервалов ЭКГ, мс The standard deviation of RR-intervals of the ECG, ms	**-0,60**
Частота сердечных сокращений, уд./мин Heart rate, beats/min	0,33
Дыхательная синусовая аритмия, мс Respiratory sinus arrhythmia, ms	-0,50
Кожная проводимость, мкс Skin conductivity, mks	**0,71**
Логарифм кожной проводимости The logarithm of the skin conductivity	**0,60**
Частота спонтанных реакций кожно-гальванической реакции, 1/мин Frequency of spontaneous reactions of skin-galvanic reaction, 1/min	**0,66**
Амплитуда спонтанных реакций КГР, мкс The amplitude of spontaneous reactions of KGR, mks	0,10
Частота дыхания, дых./мин Respiratory rate, breath/min	-0,39
Длительность дыхательного цикла, с Duration of the respiratory cycle, s	0,23
Отношение длительности вдоха к длительности выдоха Ratio of the duration of inhale to the duration of exhale	-0,19
Частота моды дыхания, Гц Respiration mode frequency, Hz	-0,32
Количествр RR-интервалов на дыхательном цикле, абс. The number of RR intervals on the respiratory cycle, pcs	0,40
Значение интегральной величины электромиограммы, мкВ The value of the integral value of the electromyogram, mv	-0,11

Ведущим параметром виброизображения в формировании взаимосвязи является F1 тренируемого/тестируемого: величина факторной нагрузки – 0,98. Данный параметр является пространственной характеристикой движения и характеризует степень асимметричности микродвижений левой и правой частей головы человека, которая увеличивается при увеличении асимметрии микродвижений. По представлениям автора, технология виброизображения характеризует уровень стрессированности. Увеличение этого показателя отражается, прежде всего, в повышении данных кожно-гальванической реакции (КГР) – высокие положительные нагрузки на показатели кожной проводимости (0,71) и его логарифма (0,60) – которые являются известным признаком роста психического напряжения человека.

Высокая отрицательная нагрузка (–0,60) на стандартное отклонение кардиоинтервалов показывает, что при этом увеличивается уровень централизации управления ритмом сердца, что свидетельствует о повышении напряжения регуляторных механизмов организма.

Полученная взаимосвязь дает возможность оценивать и бесконтактно контролировать текущее психофизиологическое состояние тренируемого/ тестируемого и психофизиологическую «цену» деятельности, формула расчета которой дана в работе [18].

Для второго примера перспективности использования технологии виброизображения для психофизиологического экспресс-контроля военнослужащих, управляющих системами вооружений, взяты результаты предсменного психофизиологического контроля лиц, участвующих в обращении с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами. Тестирование проводилось с использованием программы VibraStaff [19]. Время обследования – 1 мин (рис. 1–3).

Для принятия решения использовался критерий допуска (D_IND, баллы), с использованием которого формируется один из трёх вариантов заключения: *допуск к работе (зона ДОП1)* – предсменное психофизиологическое состояние тестируемого находится в диапазоне 80%-ной доверительной границы индивидуальной нормы; *условный допуск к работе (зона ДОП2)* – предсменное психофизиологическое состояние находится в диапазоне между 80- и 95%-ной доверительными границами индивидуальной нормы; *недопуск к работе (зона ДОП3)* – предсменное психофизиологическое состояние выходит за 95%-ные доверительные границы индивидуальной нормы. Результаты оценки являются достаточно наглядными. Если психофизиологическое состояние второго обследуемого (см. рис. 2 – справа) колебалось около среднего значения индивидуальной нормы (индекс допуска – 56,1 балла), то у первого обследуемого (см. рис. 2 – слева) можно выделить 3 фазы изменения психофизиологического состояния: стабильную фазу в период с первого по 30-й день тестирования и 3 фазы с монотонным ухудшением психофизиологического состояния: с 35-го по 60-й, с 62-го по 76-й и с 85-го по 105-й день тестирования. Полученные данные дают возможность медицинскому работнику, закрепленному за профессиональной группой, выяснить возможные причины такого изменения с целью выдачи рекомендации по поддержанию стабильности психофизиологического состояния.

Выводы

Развитие новых интеллектуальных комплексов вооружений, военной и специальной техники на базе биороботических систем требует совершенствования системы психофизиологического сопровождения профессиональной деятельности военных операторов в целях повышения их профессиональной надежности и сохранения профессионального здоровья. При этом

Рис. 1. Процедура предсменного контроля: А – тестируемые; Б – WEB-камера, направленная на тестируемых; В – рабочее окно программы; Г – специалист, проводящий тестирование [12]
Fig. 1. Pre-shift control procedure. A – test subjects; B – WEB camera aimed at test subjects; C-working window of the program; D-specialist conducting testing

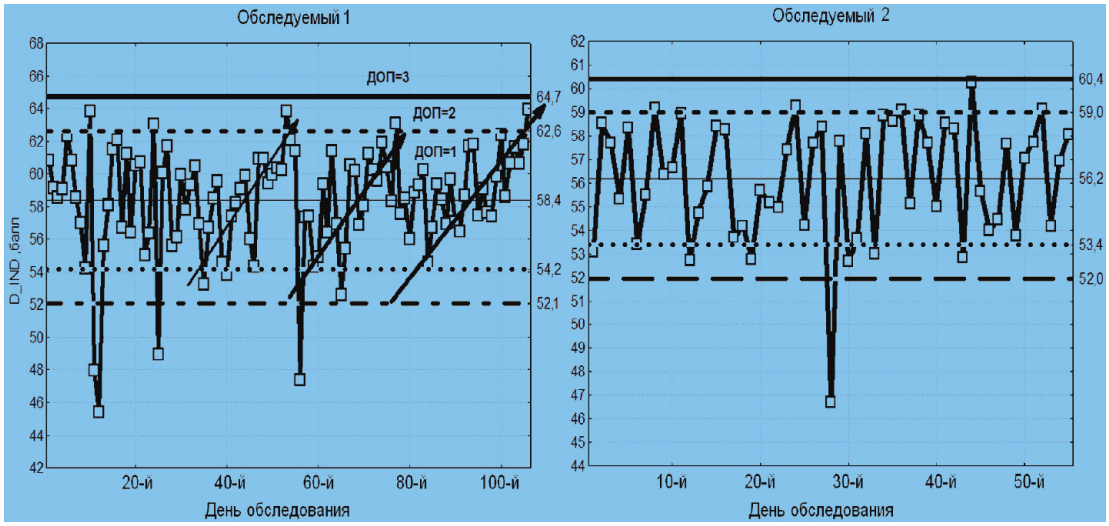

Рис. 2. Динамика предсменных психофизиологических обследований работников, получивших допуск к работе [12]
Fig. 2. Dynamics of pre-shift psychophysiological examinations of employees who have received admission to work

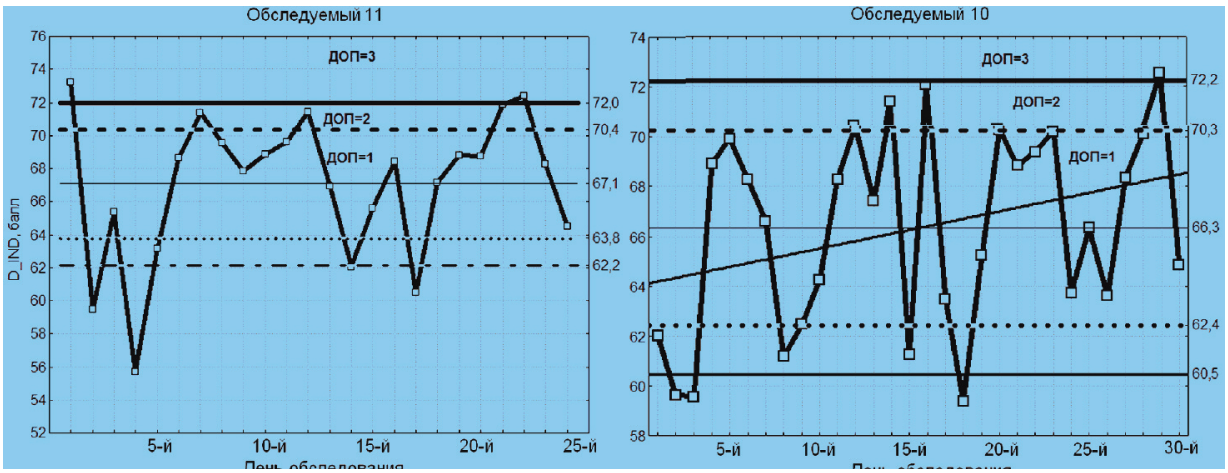

Рис. 3. Динамика предсменных психофизиологических обследований работников, имевших заключения об условном допуске (зона ДОП-2) и недопуске (зона ДОП-3) к работе [12]
Fig. 3. Dynamics of pre-shift psychophysiological examinations of employees with conclusions of conditional admission (zone DOP2) and non-admission (zone DOP3) to work

большое значение имеет разработка методов бесконтактной экспресс-диагностики психофизиологического состояния, применение которых позволяет:

1. *Оптимизировать тренажерную подготовку военных специалистов* за счет оперативного контроля психофизиологической «цены» выполнения как отдельных элементов профессиональной деятельности, так и всей деятельности в целом.

2. *Контролировать психофизиологическое состояние военных специалистов*, заступающих на боевое дежурство, особенно при получении оружия.

3. В случае выхода психофизиологического состояния за границы индивидуальной нормы – *своевременно принимать организационные решения* по использованию данного специалиста для выполнения стоящих перед ним задач, что снизит риск совершения ошибок при управлении системами вооружений.

4. *Контролировать психофизиологическое состояние военного специалиста во время боевого дежурства* и в случае его несоответствия требованиям деятельности своевременно принимать организационные решения о возможности использования данного специалиста для выполнения стоящих перед ним задач.

5. *Разрабатывать режимы труда и отдыха военных специалистов* при создании и внедрении новых систем вооружений за счет оперативного контроля психофизиологической «цены» деятельности.

Перспективным средством экспресс-диагностики психофизиологического состояния является технология виброизображения, которая является оперативной (время тестирования – 1 мин), бесконтактной и низкозатратной при ее внедрении в практическую деятельность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Благинин А.А.* Надежность профессиональной деятельности операторов сложных эргатических систем. СПб.: ЛГУ им. А.С.Пушкина, 2006. 144 с.
2. *Бодров В.А., Орлов В.Я.* Психология и надежность: человек в системах управления техникой. М.: ИП РАН, 1998. 288 с.
3. *Ипатов П.Б., Мартенс В.К., Сорокин А.В., Бобров А.Ф., Басов В.И.* Профессиональная надёжность персонала АЭС: Концепция и технология количественной оценки, практика управления. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2003. 232 с.
4. *Щебланов В.Ю., Бобров А.Ф.* Надёжность деятельности человека в автоматизированных системах и её количественная оценка // Психологический журнал. 1990. № 3. С.60-69.
5. *Булка А.П.* Система организации психофизиологических мероприятий в Вооруженных силах Российской Федерации: Дис. ... докт. мед. наук: 19.00.02. СПб., 2011. 309 с.
6. *Фисун А.Я., Саввин Ю.Н., Зубарев А.Ф., Лиферов Р.А., Брижан М.В., Паценко М.Б.* Опасные профессии: содержание термина, современные подходы к оценке степени и прогнозу опасности различных профессий // Медицина катастроф. 2011. №2. С. 46–48.
7. *Новиков В.С.* Психофизиологическое обеспечение боевой деятельности военнослужащих // Военно-медицинский журнал. 1996. №4. С.37-40.
8. https://determiner.ru/ URL: https://determiner.ru/termin/obespechenie-psihofiziologicheskoe.html (дата обращения: 18.10.2020).
9. *Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А.* Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля. М.: Медицина, 2004. 136 с.
10. *Сысоев В.Н., Апчел В.Я., Корнилова А.А., Питикин Д.А., Жаркен С.Т.* Динамика функционального состояния операторов в период рабочей смены // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2012. №4. С. 169–172.
11. *Бобров А.Ф., Минкин В.А., Щебланов В.Ю., Щелканова Е.С.* Бесконтактная диагностика психофизиологического состояния лиц, работающих в условиях воздействия ионизирующего излучения (обзор литературы) // Медицина труда и промышленная экология. 2017. №4. С.23–27.
12. *Щелканова Е.С.* Бесконтактная экспресс-диагностика психофизиологического состояния работников опасных производств: Дис. ... канд. биол. наук: 05.26.02. М., 2019. 155 с.
13. *Минкин В.А.* Виброизображение. СПб.: Реноме, 2007. 108 с.
14. *Сеченов И.М.* Избранные произведения. М.: Учпедгиз, 1958. 413 с.
15. *Дарвин Ч.* О выражении эмоций у человека и животных. СПб.: Питер, 2001. 384 с.
16. *Лоренц К.* Агрессия. М.: Римис, 2009. 352 с.
17. Щелканова Е.С. Бесконтактная экспресс-диагностика психофизиологического состояния работников опасных производств // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2019. № 2. С. 111–120.
18. *Бобров А.Ф., Минкин В.А., Щебланов В.Ю., Щелканова Е.С.* Бесконтактная диагностика психофизиологического состояния в тренажерной подготовке лиц опасных профессий // Медицина катастроф. 2016. №4. С.55–59.
19. Программа контроля психофизиологического состояния оператора VibraStaff // http://psymker.com/ URL: http://psymaker.com/downloads/VIManualRuVS.pdf (дата обращения 18.10.2020).

REFERENCES

1. Blaginin A.A. *Psikhofiziologicheskoe Obespechenie Nadezhnosti Professionalnoi Deyatelnosti Operatorov Slozhnykh Ergaticheskikh Sistem* = Reliability of Professional Activity of Operators of Complex Ergatic Systems. St. Petersburg, LGU imeni A.S.Pushkina Publ., 2006, 144 p. (In Russ.).
2. Bodrov V.A., Orlov V.Ya. *Psikhologiya i Nadezhnost: Chelovek v Sistemakh Upravleniya Tekhnikoy* = Psychology and Reliability: a Person in Technology Management Systems. Moscow, IP RAN Publ., 1998, 288 p. (In Russ.).
3. Ipatov P.B., Martens V.K., Sorokin A.V., Bobrov A.F., Basov V.I. *Professionalnaya Nadyezhnost Personala AES: Kontseptsiya i Tekhnologiya*

Kolichestvennoy Otsenki, Praktika Upravleniya = Professional Reliability of NPP Personnel: The Concept and Technology of Quantitative Assessment, Management Practice. Saratov, SGU Publ., 2003, 232 p. (In Russ.).

4. Shcheblanov V.Y., Bobrov A.F. Reliability of Human Activity in Automated Systems and its Quantitative Assessment. *Psikhologicheskiy zhurnal*. 1990;3:60-69 (In Russ.).

5. Bulka A.P. *Sistema Organizatsii Psikhofiziologicheskikh Meropriyatiy v Vooruzhennykh Silakh Rossiyskoy Federatsii* = The System of Organization of Psychophysiological Events in the Armed Forces of the Russian Federation. Doctor's thesis in Medicine. 19.00.02. St. Petersburg Publ., 2011, 309 p. (In Russ.).

6. Fisun A.Ya., Savvin Yu.N., Zubarev A.F., Liferov R.A., Brizhan M.V., Patsenko M.B. Hazardous Occupations: Definition, Modern Approaches to Hazard Rating of Occupations. *Meditsina katastro*f = Disaster medicine. 2011;2:46–48 (In Russ.).

7. Novikov V.S. Psycho-Physiological Support of Combat Activities of Military Personnel. *Voenno-Meditsinskiy Zhurnal* = Military Medical Journal. 1996;4:37–40 (In Russ.).

8. https://determiner.ru/ URL: https://determiner.ru/termin/obespechenie-psihofiziologicheskoe.html (accessed: October 18, 2020) (In Russ.).

9. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Gridin L.A., Kukushkin Yu.A. *Metodologicheskie Podkhody k Diagnostike i Optimizatsii Funktsionalnogo Sostoyaniya Spetsialistov Operatorskogo Profilya* = Methodological Approaches to the Diagnosis and Optimization of the Functional State of Specialists in the Operator Profile. Moscow, Meditsina Publ., 2004. 136 p. (In Russ.).

10. Sysoev V.N., Apchel V.Ya., Kornilova A.A., Pitikin D.A., Zharken S.T. Dynamics of the Functional State of Operators During the Working Shift. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii* = Bulletin of the Russian Military Medical Academy. 2012;4:169–172 (In Russ.).

11. Bobrov A.F., Minkin V.A., Shcheblanov V.Y., Shelkanova E.S. Contactless Diagnostics of the Psychophysiological State of the Persons Working Under Conditions of Exposure to Ionizing Radiation. Literature review. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ehkologiya* = Labor Medicine and Industrial Ecology. 2017;4:23–27 (In Russ.).

12. Shelkanova E.S. *Beskontaktnaya Ekspressdiagnostika Psikhofiziologicheskogo Sostoyaniya Rabotnikov Opasnykh Proizvodstv* = Rapid Noncontact Diagnostics of Psychophysiological State in Workers of Hazardous Industries. Candidate's thesis in Biology. 05.26.02. Moscow Publ., 2019, 155 p. (In Russ.).

13. Minkin V.A. *Vibroizobrazhenie* = Vibra Image. St. Petersburg, Renome Publ., 2007, 108 p. (In Russ.).

14. Sechenov I.M. *Izbrannye Proizvedeniya* = Selected works. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1958. 413 p. (In Russ.).

15. Darvin Ch. *O Vyrazhenii Emotsiy u Cheloveka i Zhivotnykh* = On the Expression of Emotions in Humans and Animals. St. Petersburg, Piter Publ., 2001, 384 p. (In Russ.).

16. Lorents K. *Agressiya* = Agression. Moscow, Rimis Publ., 2009. 352 p. (In Russ.).

17. Shelkanova E.S. Rapid Noncontact Diagnostics of Psychophysiological State in Workers of Hazardous Industries. *Mediko-Biologicheskie i Social'no-Psikhologicheskiye Problemy Bezopasnosti v Chrezvychaynykh Situatsiyakh* = Medico-Byiological and Socially-Psychological Problems of Safety in Emergencies. 2019;2:111–120 (In Russ.).

18. Bobrov A.F., Minkin V.A., Shcheblanov V.Y., Shelkanova E.S. Non-Contact Diagnostics of Psychophysiological State in Simulator Training of People in Hazardous Occupations. *Meditsina Katastrof* = Disaster Medicine. 2016;4:55–59 (In Russ.).

19. VibraStaff Operator Psychophysiological State Monitoring Program. URL: http://psymaker.com/downloads/VIManualRuVS.pdf (accessed: October 18, 2020) (In Russ.).

Материал поступил в редакцию 11.12.20; статья принята после рецензирования 04.02.21; статья принята к публикации 10.02.21

The material was received 11.12.20; the article after peer review procedure 04.02.21; the Editorial Board accepts the article for publication 10.02.21