

БЕСКОНТАКТНАЯ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКОВ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Центр по обращению с радиоактивными отходами – отделение губа Андреева
(Россия, Мурманская обл., г. Заозерск, ул. Чумаченко, д. 10)

Актуальность. Совершенствование медико-психофизиологического сопровождения профессиональной деятельности работников опасных производств связано с разработкой методик экспресс-диагностики психофизиологического состояния, позволяющих существенно снизить время обследования. Такой методикой является технология виброизображения, время тестирования с использованием которой занимает 1 мин. Отсутствие количественных критериев оценки психофизиологического состояния на этапах периодических, предсменных медицинских осмотров и при тренажерной подготовке работников опасных производств, по данным виброизображения, обусловило актуальность проведенных исследований.

Цель – разработка на основе оценки параметров виброизображения методики бесконтактной экспресс-диагностики психофизиологического состояния работников опасных производств для периодических и предсменных медицинских осмотров, а также оценки текущего состояния при тренажерной подготовке.

Методология. Объектом исследования являлось психофизиологическое состояние работников пункта временного хранения отработанного ядерного топлива и радиоактивных отходов на этапах периодического и предсменного медицинского осмотра, а также в динамике тренажерной подготовки. Предмет исследования – оценка взаимосвязи показателей психофизиологического состояния с параметрами виброизображения

Результаты и их анализ. По результатам комплексных экспериментальных исследований с применением регламентированных и бесконтактных методов оценки психофизиологического состояния работников опасного производства показано, что параметры виброизображения отражают системную реакцию организма. Разработанный критерий экспресс-диагностики психофизиологического состояния на этапе периодических медицинских осмотров позволяет в течение 1 мин выделять лиц с нарушениями психофизиологической адаптации. Для этапа предсменных медицинских осмотров разработан критерий, позволяющий принять решение о допуске/недопуске к работе. Оценка по параметрам виброизображения текущего психофизиологического состояния с использованием полученного критерия позволяет количественно оценить психофизиологическую «цену» деятельности при тренажерной подготовке с целью оптимизации ее режимов.

Заключение. Внедрение в научно-практическую деятельность разработанных критериев экспресс-диагностики психофизиологического состояния позволит проводить мониторинг психофизиологической адаптации работников опасных производств для сохранения профессионального здоровья и минимизировать антропогенные риски

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, опасное производство, ядерное топливо, ядерные отходы, психофизиологическая диагностика, экспресс-диагностика, текущее психофизиологическое состояние, виброизображение, тренажерная подготовка, безопасность деятельности.

Введение

Одной из основных задач медико-психофизиологического обеспечения работающих в экстремальных условиях профессиональной деятельности является сохранение и поддержание профессионального здоровья специалистов. Это крайне актуально для работников опасных производств, персонала аварийно-спасательных бригад, военнослужащих и других профессиональных контингентов, работающих во вредных и опасных условиях [1, 7, 8].

Воздействие условий производственной среды на состояние здоровья, функциональное состояние и, в конечном итоге, на работоспособность работников обуславливает увеличение числа не регламентированных инструкциями действий работника, приводящих к нарушению технологических процессов, появлению ошибок в управлении сложными социотехническими системами и увеличению антропогенных рисков [9, 14].

Минимизация антропогенных рисков связана с оценкой и прогнозированием функцио-

✉ Щелканова Елена Сергеевна – диссертант, Федер. мед. биофизич. центр им. А.И. Бурназяна, вед. специалист по контролю за внешней средой, Центр по обращению с радиоактивными отходами – отделение губа Андреева (Россия, 184310, Мурманская обл., г. Заозерск, ул. Чумаченко, д. 10), e-mail: shchelkanova_el@mail.ru

нального состояния работников опасных производств, совершенствованием диагностики психологических, психофизиологических и физиологических особенностей человека, напрямую и опосредованно обуславливающих профессиональную надежность персонала, созданием системы медико-психологического (психофизиологического) сопровождения профессиональной деятельности.

Согласно концепции медико-психологического сопровождения профессиональной деятельности спасателей МЧС России [2], психофизиологическое обследование входит в комплексную оценку мониторинга состояния здоровья спасателей и реализуется психологической службой МЧС России [17]. Психофизиологическое обследование во Всероссийской службе медицины катастроф реализуется лабораториями психофизиологического обеспечения территориальных центров медицины катастроф [7, 10].

Для снижения вероятности аварий в связи с неправильными действиями персонала предприятий атомной отрасли, связанными с отклонениями в функциональном состоянии отдельных работников, проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу), периодические (ежегодные) медицинские осмотры и психофизиологические обследования работников объектов использования атомной энергии [12]. Персонал указанных предприятий должен проходить предсменные осмотры, чтобы предотвратить допуск к работе специалиста в нетрудоспособном состоянии, обусловленном болезнью, интоксикацией, расстройством адаптации. Актуальным, но нерегламентированным в настоящее время, видом психофизиологического обследования является оценка текущего психофизиологического состояния работника в процессе выполнения профессиональной деятельности.

Основным требованием к методикам психофизиологического обследования является их способность оценки системной реакции организма работника на воздействие достаточно большого количества факторов, влияющих на работоспособность. В качестве интегральной оценки изменений можно использовать уровень психофизиологической адаптации человека, диагностированной на психическом, психофизиологическом и физиологическом уровнях [3, 5, 12].

Психофизиологическое обследование проводится с использованием специализированных аппаратно-программных комплексов,

реализующих требования ведомственных нормативных документов. При использовании полного набора методик общее время психофизиологического обследования может занимать до 2 ч, что отрывает работника от производственного процесса, требует увеличения числа медицинских работников, не соответствует интересам работодателя, особенно при большом количестве персонала, проходящего контроль одновременно [5, 10, 12]. Если для предварительных психофизиологических обследований существующее время проведения является приемлемым, то совершенствование периодических обследований связано с внедрением методов экспресс-диагностики психофизиологического состояния. Их использование позволит оперативно выделять группу «риска», подлежащую углубленному психофизиологическому обследованию. Это существенно снизит общее время психофизиологического обследования всей профессиональной группы (цеха, отдела, предприятия). Методы экспресс-диагностики не имеют альтернативы при предсменных осмотрах, а также при оценке текущего психофизиологического состояния при выполнении профессиональной деятельности, в том числе при тренажерной подготовке.

Проведенный сравнительный анализ различных средств и измерительных технологий [6] показал, что с позиций методологических требований эффективности, информативности, практичности, оперативности, отсутствия негативного отношения тестируемых к аппаратно-программным комплексам оценки функционального состояния [15] для экспресс-диагностики психофизиологического состояния целесообразно использовать технологию оценки параметров виброизображения [11]. Виброизображение – это изображение, отражающее пространственно-временные параметры движения и вибрации головы и элементов лица человека. Поддержание вертикального равновесия головы человека, осуществляемое вестибулярной системой, может рассматриваться как функция, характеризующая вестибулярный рефлекс, и одновременно как частный случай двигательной активности, характеризующийся микродвижениями головы. Данное явление получило название вестибулярно-эмоциональный рефлекс [11], так как практически связывает параметры движения головы человека и его психоэмоциональное состояние.

Наличие автоматизма, обильные афферентные и эфферентные морфофункциональ-

ные связи с корково-подкорковыми образованиями центральной и вегетативной нервных систем головного и спинного мозга с нейро-эндокринными процессами свидетельствуют о возможности использования характеристик функционирования вестибулярной системы в качестве индикатора реакции организма на внутренние и внешние факторы.

При использовании технологии виброизображения выделяются более 40 параметров, описывающих амплитудные, частотные, симметричные и дисперсные характеристики колебаний, 10 из которых считаются основными [13]. Технология виброизображения успешно используется при решении широкого круга прикладных задач: от детекции лжи до клинической практики [<http://www.psymaker.com/ru/literature/art/>].

Цель исследования – разработка на основе оценки параметров виброизображения методики бесконтактной экспресс-диагностики психофизиологического состояния работников опасных производств (на примере персонала предприятия по обращению с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами) при периодических и предсменных медицинских осмотрах, а также текущего состояния при тренажерной подготовке.

Материал и методы

Периодические психофизиологические обследования работников опасного производства проводили с использованием аппаратно-программного комплекса группового психофизиологического обследования «ПФС-Контроль» [5], также программы оценки параметров виброизображения «VibraMed» (ООО «ЭЛСИС», Санкт-Петербург) [13]. Оценка психического состояния проводилась с помощью методики многостороннего исследования личности (ММИЛ) и «16-факторного личностного опросника» (16-ФЛО) формы «С». Способности к абстрактно-логическому мышлению в условиях дефицита времени оценивались с применением методики «Прогрессивные матрицы Дж. Равена». Функциональное состояние центральной нервной системы и операторскую работоспособность оценивали при помощи методик простой зрительно-моторной реакции, сложной зрительно-моторной реакции, реакции на движущийся объект. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы исследовали с использованием методики вариабельности сердечного ритма и измерения артериального давления. Общее число методик при

периодических психофизиологических обследованиях было 10, число анализируемых показателей – 149. Всего провели 78 человеко-обследований.

Предсменные/послесменные психофизиологические обследования осуществляли при помощи программы «VibraStaff» [13]. Проводили измерение артериального давления и оценку самочувствия, активности и настроения. Число анализируемых показателей составило 25, количество человеко-обследований – 745.

Для тренажерной подготовки персонала использовали психофизиологический тренажер «ТИБУР_ТПС», разработанный специалистами Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна ФМБА России (Москва) совместно с Научно-исследовательским институтом молекулярной биологии и биофизики (г. Новосибирск). В ходе выполнения моделируемой деятельности по обращению с ядерным топливом и радиоактивными отходами регистрировали пневмограмму, электромиограмму, электрокардиограмму, кожно-гальваническую реакцию. Параллельно проводили видеозапись лица тренируемых/тестируемых с последующей обработкой по программе «VibraMed». В ходе выполнения моделируемой операторской деятельности регистрировали скоростные и точностные характеристики. Число анализируемых показателей было 46, число наблюдений – 2837.

Для анализа результатов исследования, помимо традиционных методов вариационной статистики и оценки достоверности различий средних значений с использованием параметрических методов (t-критерий Стьюдента), применяли методы факторного, кластерного, канонического корреляционного и дискриминантного анализа [4, 16]. Обработку данных осуществили с использованием пакета Statistica 8.0.

Результаты и их анализ

Ввиду отсутствия в литературных источниках данных о корреляционных взаимоотношениях между параметрами виброизображения и неоднозначностью их трактовки, по данным периодических психофизиологических обследований провели факторный анализ 10 регистрируемых программой «VibraMed» параметров. Это позволило получить четыре новых показателя экспресс-диагностики психофизиологического состояния, описывающих 81 % общей дисперсии, характеризующих в рамках

концепции виброизображения уровни стрессированности (F_1), психофизиологического комфорта (F_2), активации психофизиологических функций (F_3) и уравновешенности (F_4).

Оценка взаимосвязи полученных 4 интегральных параметров виброизображения с показателями традиционных методик оценки ПФС проводилась путем вычисления коэффициента канонической корреляции. Установлены умеренные коэффициенты канонической корреляции параметров виброизображения с показателями ММИЛ ($r = 0,64$; $p = 0,05$), 16-ФЛО ($r = 0,43$; $p > 0,05$), теста Равена ($r = 0,72$; $p < 0,05$), простой зрительно-моторной реакции ($r = 0,56$; $p = 0,02$), сложной зрительно-моторной реакции ($r = 0,58$; $p = 0,03$), реакции на движущийся объект ($r = 0,59$; $p = 0,05$), варибельности сердечного ритма ($r = 0,55$; $p = 0,05$).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что параметры виброизображения отражают системную реакцию организма на психическом, психофизиологическом, физиологическом уровне и могут использоваться при периодических психофизиологических обследованиях в качестве метода экспресс-диагностики психофизиологического состояния.

Для разработки критериев экспресс-диагностики психофизиологического состояния при периодических психофизиологических обследованиях по данным обследования с использованием регламентированных методик были сформированы 2 группы психофизиологической адаптации (ПФА): ПФА = 0, ПФА = 1. В 1-ю группу были включены работники, не имевшие отклонений, во 2-ю – имевшие психофизиологические отклонения согласно существующему нормативному документу [12]. Средние значения показателей разработанных интегрированных параметров виброизображения в указанных группах и достоверность их различия (p) приведены в табл. 1.

Как следует из полученного результата, лица, имеющие психофизиологические отклонения по традиционным методикам оценки психофизиологического состояния, достоверно отличаются и по параметрам F_1 , F_4 виброизображения, свидетельствующим о том, что для данных лиц характерно увеличение стрессированности и снижение уровня уравновешенности.

Для экспресс-диагностики уровня ПФА на основе использования линейных дискриминантных функций разработана вероятностная номограмма (рис. 1).

Таблица 1

Интегрированные параметры виброизображения у лиц с отсутствием/наличием психофизиологических отклонений ($M \pm m$), усл. ед.

Показатель	ПФА = 0	ПФА = 1	$p <$
F_1	$42,9 \pm 4,8$	$59,3 \pm 5,2$	0,001
F_2	$51,9 \pm 5,4$	$47,7 \pm 5,6$	
F_3	$49,9 \pm 4,8$	$50,4 \pm 5,3$	
F_4	$60,2 \pm 4,2$	$47,6 \pm 3,8$	0,002

По оси абсцисс – интегральный показатель, условно названный «Уровень риска нарушения психофизиологической адаптации» (УР), рассчитываемый по формуле:

$$УР = 27,35 + 0,89 \cdot F_1 - 0,37 \cdot F_2 + 0,45 \cdot F_3 - 0,52 \cdot F_4, \text{ балл.} \quad (1)$$

Правило использования номограммы показано на рис. 1. Так, при УР = 55 баллов вероятность наличия признаков нарушения ПФА соответствует 87 %.

Необходимым условием использования полученных решающих правил является обеспечение высокого качества видеозаписи программы «VibraMed», которая должна быть не ниже 90 %. При выполнении этого условия средняя точность распознавания лиц с низким уровнем ПФА составляет 88,3 %. Ошибки 1-го и 2-го рода равны 13,3 и 10 % соответственно.

С использованием критерия хи-квадрат (χ^2) установлено, что с вероятностью $P = 81 \%$ (выраженная тенденция, $\chi^2 = 3,347$, $p = 0,19$) в группе лиц с наличием психофизиологических отклонений (ПФА = 1) в 4,5 раза больше работников с низким уровнем и в 2 раза меньше работников с высоким уровнем профессиональной успешности, чем среди лиц с их отсутствием (ПФА = 0).

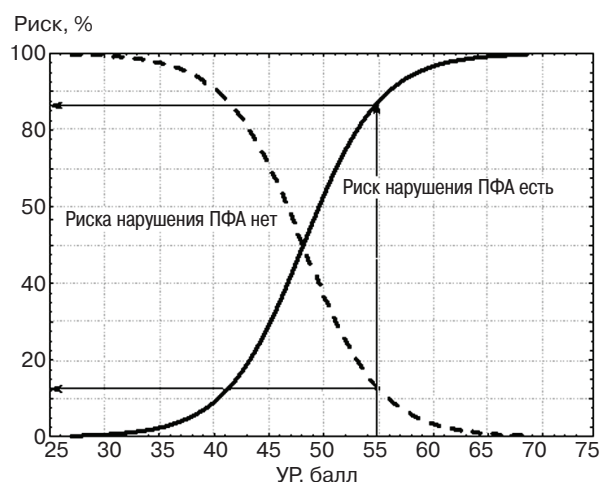


Рис. 1. Вероятностная номограмма экспресс-оценки уровня ПФА по параметрам виброизображения.

Полученный результат дает возможность предложить двухуровневую систему оценки ПФА. На первом этапе с использованием бесконтактной психофизиологической диагностики выделяется группа «риска», которая и проходит психофизиологическое обследование в полном объеме согласно существующим нормативам. Это позволит на 65–70 % снизить общее время, затрачиваемое на психофизиологическое обследование профессиональной группы (работников цеха, отдела, предприятия).

Среди всех видов психофизиологического обследования наименее разработанными являются методологические, методические и технические вопросы проведения предсменных психофизиологических обследований. Сформулированы их основные требования, которые включают в себя оперативность, индивидуальность и системность.

Оперативность – способность технических средств обеспечить предсменный контроль необходимого числа работников предприятия в отведенное на это время. Индивидуальность – решение о допуске/недопуске к работе должно приниматься не по групповым/популяционным, а индивидуальным критериям. Системность – объектом оценки должны являться не отдельные, а комплексные характеристики психофизиологического состояния.

В соответствии с требованием индивидуальности для критерия допуска/недопуска к работе предложен самоадаптивный алгоритм вычисления 80 и 95 % доверительных границ индивидуальной нормы. Решение о недопуске к работе принимается в случае выхода показателей виброизображения за 95 % границу индивидуальной нормы. Время

для проведения предсменного контроля одного работника занимает 1 мин. Общий вид процедуры предсменного контроля показан на рис. 2.

Разработан критерий допуска к работе (D_IND , балл), с использованием которого формируется один из 3 вариантов заключения (рис. 3, 4):

1) допуск к работе (зона ДОП-1: предсменное психофизиологическое обследование находится в диапазоне 80 % индивидуальной доверительной границы);

2) условный допуск к работе (зона ДОП-2: предсменное психофизиологическое обследование находится в диапазоне между 80 % и 95 % доверительными границами индивидуальной нормы);

3) недопуск к работе (зона ДОП-3: предсменное психофизиологическое обследование выходит за 95 % доверительные границы индивидуальной нормы).

Результаты оценки являются достаточно наглядными. Если психофизиологическое состояние обследуемого 2 (см. рис. 3, справа) колебалось около среднего значения индивидуальной нормы (индекс допуска – 56,1 балла), то у обследуемого 1 (см. рис. 3, слева) можно выделить фазы изменения психофизиологического состояния: стабильную в период с 1-го по 30-й день тестирования и 3 периода с монотонным ухудшением психофизиологического состояния с 35-го по 60-й, с 62-го по 76-й, с 85-го по 105-й день тестирования. Это дает важную информацию цеховому терапевту для выяснения возможных причин такого изменения с целью выдачи рекомендации по поддержанию стабильности психофизиологического состояния.

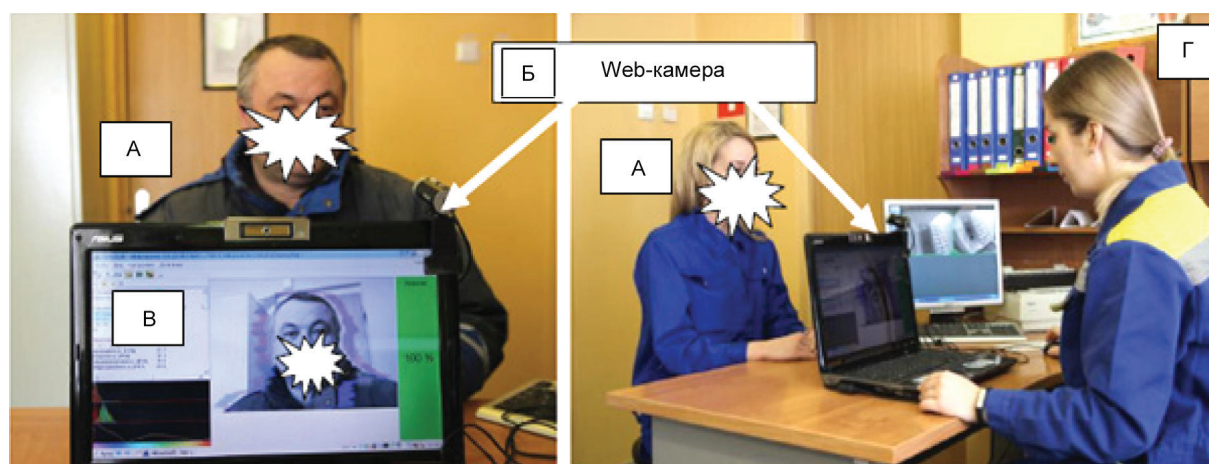


Рис. 2. Процедура предсменного контроля. А – тестируемые; Б – WEB-камера, направленная на тестируемых; В – рабочее окно программы; Г – специалист, проводящий тестирование.

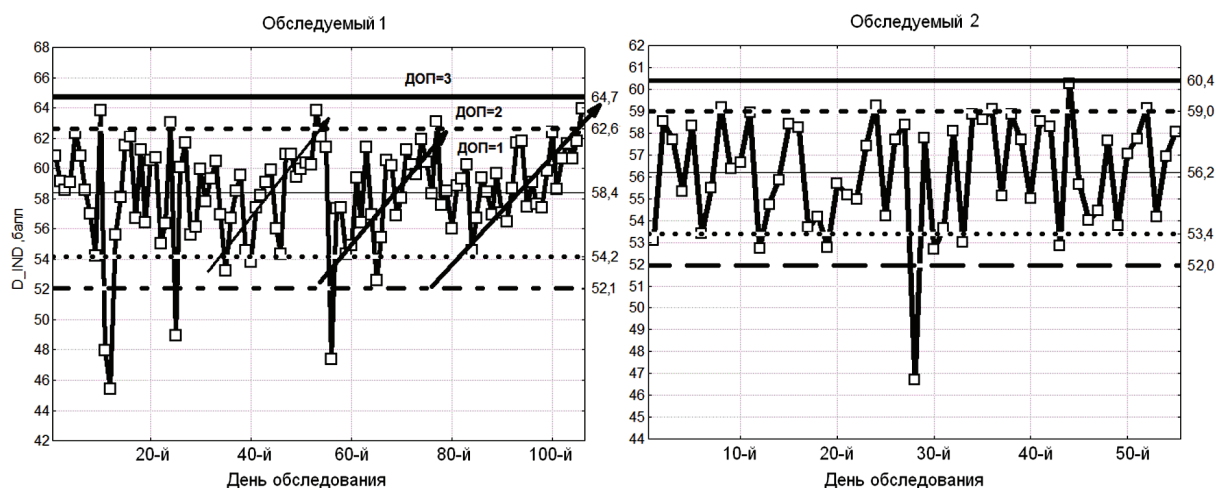


Рис. 3. Динамика предсменных психофизиологических обследований работников, поручивших допуск к работе.

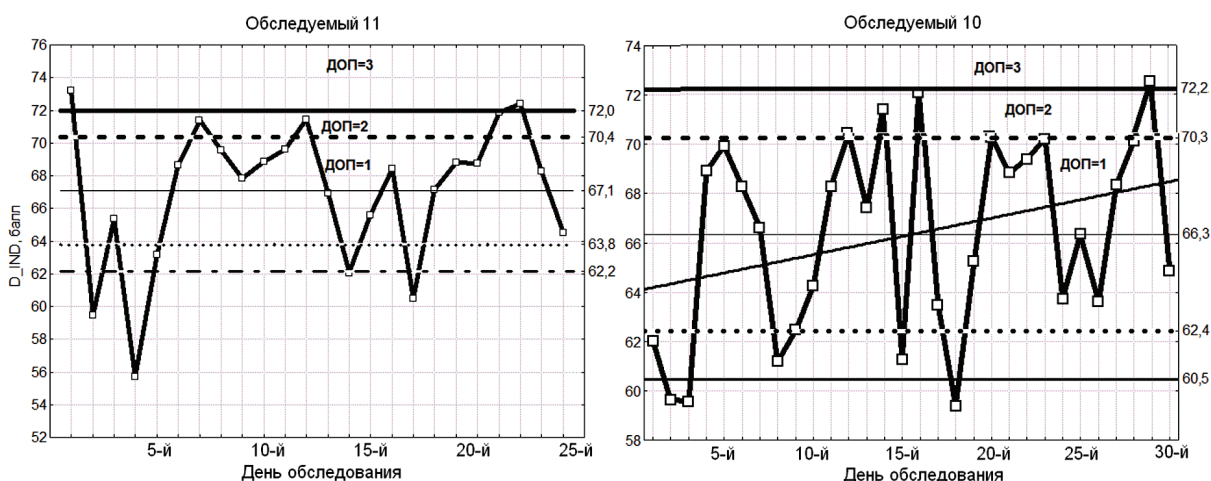


Рис. 4. Динамика предсменных психофизиологических обследований работников, имевших заключения об условном (зона ДОП-2) допуске и недопуске (зона ДОП-3) к работе.

Обследуемый 11 (см. рис. 4, слева) имел случаи условного допуска к работе на 7-, 12-й день, недопуска к работе – на 1-й и 22-й день предсменных психофизиологических обследований. В целом, его психофизиологическое состояние перед началом работы имеет высокую нестабильность. Для данного работника требуется консультация цехового терапевта для выяснения причин нестабильности. Обследуемый 10 (см. рис. 4, справа) имел также нестабильное психофизиологическое состояние, но с тенденцией к его ухудшению (условный допуск к работе на 12-, 14-й и 16-й день тестирования, недопуск к работе на 29-й день). Ему также требуется консультация цехового терапевта.

Всего из 745 наблюдений процент недопуска к работе составил 5, условного допуска – 11. В остальных случаях (84%) персонал был допущен к работе. Это свидетельству-

ет о том, что работники, в целом, правильно соблюдают режимы труда и отдыха, не допуская их нарушения. Установлено, что работники, успешно проходившие предсменное психофизиологическое обследование, имели достоверно меньший возраст и стаж работы, более низкий уровень диастолического и на уровне выраженной тенденции ($P = 81\%$) более высокий уровень систолического артериального давления.

Оценка психофизиологического состояния после смены дала возможность оценить влияние на работников факторов трудового процесса. Установлено, что в 71,3% случаев психофизиологическое состояние не изменялось, в 21,7% – ухудшалось. Причем для персонала основного производства ухудшение психофизиологического состояния наблюдалось в большем числе случаев, чем для работников вспомогательного производства:

40,1 и 23,1 % соответственно. Это может быть связано с высокой напряженностью их труда.

При тренажерной подготовке специалистов использовался программно-аппаратный комплекс «ТИБУР_ТСП». 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. «ТИБУР_ТСП» предназначен для тренажерной подготовки специалистов опасного производства, участвующих в операциях по обращению с ядерным топливом и радиоактивными отходами, направленной на развитие пространственно-временной 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.

Установлена высокая взаимосвязь показателей виброизображения с параметрами виброизображения и электрофизиологических сигналов: коэффициент канонической корреляции (r) = 0,85 (p = 0,001) (табл. 2).

Ведущим в формировании взаимосвязи из параметров виброизображения является уровень стрессированности (F_1) тренируемого/тестируемого: величина факторной нагрузки равна 0,98. 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)], что является 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, свидетельствующий о повышении напряжения регуляторных механизмов организма.

Полученная взаимосвязь дает возможность оценивать и бесконтактно контролировать текущее психофизиологическое состояние тренируемого/тестируемого и психофизиологическую «цену» деятельности.

С использованием t -критерия Стьюдента установлено достоверное отличие параметров виброизображения у лиц с высоким и низким качеством выполнения моделиру-

Таблица 2

Факторная структура канонических переменных виброизображения и электрофизиологических сигналов

Показатель виброизображения, усл. ед.	Root 1
F_1	0,984
F_2	0,246
F_3	–0,243
F_4	–0,088
Электрофизиологический сигнал	Root 1
Стандартное отклонение RR-интервалов ЭКГ, мс	–0,60
Частота сердечных сокращений, уд/мин	0,33
Дыхательная синусовая аритмия, мс	–0,50
Кожная проводимость, мкс	0,71
Логарифм кожной проводимости	0,60
Частота спонтанных реакций кожно-гальванической реакции, 1/мин	0,66
Амплитуда спонтанных реакций КГР, мкс	0,10
Частота дыхания, дых/мин	–0,39
Длительность дыхательного цикла, с	0,23
Отношение длительности вдоха к длительности выдоха	–0,19
Частота моды дыхания, Гц	–0,32
Число RR-интервалов на дыхательном цикле, шт.	0,40
Значение интегральной величины электромиограммы, мкВ	–0,11

емой операторской деятельности. Увеличение уровня психического напряжения тренируемых/тестируемых (повышение уровня стрессированности, снижение уровня психофизиологического комфорта, активации и уравновешенности) снижает скоростные и точностные характеристики деятельности.

Выводы

1. Технология виброизображения является адекватным средством бесконтактной экспресс-диагностики психофизиологического состояния работников опасных производств. Параметры виброизображения отражают результаты системной реакции организма и позволяют оперативно идентифицировать лиц с нарушениями психофизиологической адаптации. Разработанный критерий оперативной идентификации лиц с нарушением психофизиологической адаптации позволяет с использованием двухэтапного прохождения психофизиологического обследования значительно сократить его время и повысить объективность.

2. Реализованные в аппаратно-программном комплексе предсменного психофизиологического контроля требования оперативности, системности и индивидуальности к процедуре предсменного/послесменного психофизиологического контроля, разработанные критерии допуска/недопуска к работе

позволяют своевременно ограничить доступ к работе лиц, актуальное психофизиологическое состояние которых не соответствует требованиям деятельности при выполнении операций с отработанным ядерным топливом.

3. Мониторинг показателей виброизображения позволяет оценить текущее психофизиологическое состояние и психофизиологическую «цену» деятельности работников опасных производств в ходе отработки профессиональных навыков при работе на психофизиологическом тренажере и оптимизировать режимы тренировок.

Литература

1. Алексанин С.С., Бобринев Е.В., Евдокимов В.И. [и др.]. Заболеваемость с трудовыми потерями у сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России (1996–2015 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2018. № 1. С. 5–18.
2. Алексанин С.С., Рыбников В.Ю. Теоретические основы и концепция медико-психологического сопровождения профессиональной деятельности спасателей МЧС России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2007. № 1. С. 3–12.
3. Березин Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека. Л. : Наука, 1988. 270 с.
4. Бобров А.Ф. Информационные технологии в медицине труда // Мед. труда и пром. экология. 2013. № 9. С. 44–48.
5. Бобров А.Ф., Бушманов А.Ю., Седин В.И., Щепланов В.Ю. Системная оценка результатов психофизиологических обследований // Медицина экстрем. ситуаций. 2015. № 3. С. 13–19.
6. Бобров А.Ф., Минкин В.А., Щепланов В.Ю., Щелканова Е.С. Бесконтактная диагностика психофизиологического состояния лиц, работающих в условиях воздействия ионизирующего излучения (обзор литературы) // Мед. труда и пром. экология. 2017. № 4. С. 23–27.
7. Гончаров С.Ф., Гребенюк Б.В., Мурин М.Б. [и др.]. Управление службой медицины катастроф : учеб. пособие для врачей. М. : ВЦМК «Защита», 2016. 130 с.
8. Евдокимов В.И. Региональные риски при возникновении чрезвычайных ситуаций в России (2009–2013 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2015. № 1. С. 5–14.
9. Ипатов П.Л., Мартенс В.К., Сорокин А.В. [и др.]. Профессиональная надежность персонала АЭС: концепция и технология количественной оценки, практика управления. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. 232 с.
10. Ларцев М.А., Колошук О.П. Психофизиологический отбор спасателей международного класса : пособие для врачей. М. : ВЦМК «Защита», 2005. 60 с.
11. Минкин В.А. Виброизображение. СПб. : Реноме, 2007. 108 с.
12. Организация и проведение психофизиологических обследований работников организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты в области использования атомной энергии, при прохождении работниками медицинских осмотров в медицинских организациях ФМБА России : метод. рекомендации 2.2.8.84-2015. М., 2015.
13. Программа контроля психофизиологического состояния оператора. URL: <http://psymaker.com> URL: <http://psymaker.com/downloads/VIManualRuVS.pdf>.
14. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Физиология труда и надежность деятельности человека. М. : Наука, 2008. 318 с.
15. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Методологические аспекты динамического контроля функциональных состояний операторов опасных профессий // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2010. № 4, ч. 2. С. 7–12.
16. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ : пер. с англ. / под ред. И.С. Енюкова. М. : Финансы и статистика, 1989. 215 с.
17. Шойгу Ю.С. [и др.]. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных / под общ. ред. Ю.С. Шойгу. М. : Смысл, 2007. 319 с.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.
Поступила 17.04.2019 г.

Для цитирования. 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. DOI 10.25016/2541-7487-2019-0-2-111-120

Rapid noncontact diagnostics of psychophysiological state in workers of hazardous industries

Shchelkanova E.S.

"Guba Andreeva" Branch, North-West Center for Radioactive Waste Management
(10, Chumachenko St., Zaozersk, Murmansk region, 184210, Russia)

✉ Elena Sergeevna Shchelkanova – PhD Student, Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical and Biological Agency; leading specialist in environmental control, "Guba Andreeva" Branch of North-West Center for Radioactive Waste Management (10, Chumachenko St., Zaozersk, Murmansk region, 184210, Russia), e-mail: shchelkanova_el@mail.ru

Abstract

Relevance. Improvement of the medico-psycho-physiological support of professional activity of employees of hazardous production facilities is associated with the development of methods for rapid diagnostics of psycho-physiological state in order to significantly reduce examination time. In particular, vibration imaging takes only one minute. Currently, there are no quantitative criteria for assessing the psychophysiological state based on vibration imaging in employees involved in hazardous work at the stages of periodic, pre-shift medical examinations and training.

Intention. Development of non-contact rapid diagnostics of psychophysiological status of employees involved in hazardous work based on vibration imaging parameters for periodic and pre-shift medical examinations, and assessing their current state during training.

Methodology. The object of the study was the psychophysiological state of employees of the temporary storage of spent nuclear fuel and radioactive waste at the stages of periodic and pre-shift medical examination, as well as during training. The subject of the study is assessment of relationship of indicators of psychophysiological state with the parameters of vibration imaging.

Results and Discussion. According to comprehensive tests with the use of regulated and non-contact methods of assessing psychophysiological state of the workers of hazardous facilities, the parameters of vibration imaging reflect the systemic response of the body. Using the developed criterion of the rapid diagnostics of psychophysiological state at the stage of periodic medical examinations, it takes 1 minute to identify persons with psychophysiological disorders. For the stage of pre-shift medical examinations, a criterion has been developed to make a decision on admission/non-admission to work. The obtained criterion helps to quantify the psychophysiological "price" of training activities in order to optimize their regimens based on the current psychophysiological state as assessed via vibration image parameters.

Conclusion. The developed criteria for rapid diagnostics of psychophysiological status, if introduced in scientific-practical activities, will help to monitor the psychophysiological adaptation of workers of hazardous facilities in order to maintain their occupational health and minimize anthropogenic risks.

Keywords: emergency situation, hazardous industrial facility, nuclear fuel, nuclear waste, psychophysiological diagnostics, rapid diagnostics, current psychophysiological state, vibration image, training, safety of activity.

References

1. Aleksanin S.S., Bobrinev E.V., Evdokimov V.I. [et al.]. Zabolevaemost' s trudopoteryami u sotrudnikov Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii (1996–2015 gg.) [Morbidity with job absenteeism in employees of EMERCOM of Russia (1996–2015)]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyah* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2018. N 1. Pp. 5–18. (In Russ.)
2. Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu. Teoreticheskie osnovy i koncepciya mediko-psihologicheskogo soprovozhdeniya professional'noj deyatel'nosti spasatelej MCHS Rossii [Theoretical Grounds and a Conception of Medico-psychological Aid in Professional Activities of Rescuers of the Ministry of Emergency Situations of Russia] *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyah* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2007. N 1. Pp. 3–12. (In Russ.)
3. Berezin F.B. Psihicheskaya i psihofiziologicheskaya adaptatsiya cheloveka [Mental and psychophysiological human adaptation]. Leningrad. 1988. 270 p. (In Russ.)
4. Bobrov A.F. Informacionnye tekhnologii v medicine truda [Information technologies in industrial medicine]. *Medicina truda i promyshlennaya ehkologiya* [Occupational medicine and industrial ecology]. 2013. N 9. Pp. 44–48. (In Russ.)
5. Bobrov A.F., Bushmanov A.Yu., Sedin V.I., Shcheblanov V.Yu. Sistemnaya ocenka rezul'tatov psihofiziologicheskikh obledovaniy [Systemic assessment of the results of psychophysiological examinations]. *Medicina ehkstremal'nykh situatsiy* [Medicine of extreme situations]. 2015. N 3. Pp. 13–19. (In Russ.)
6. Bobrov A.F., Minkin V.A., Shcheblanov V.Yu., Shchelkanova E.S. Beskontaktnaya diagnostika psihofiziologicheskogo sostoyaniya lic, rabotayushchih v usloviyakh vozdeystviya ioniziruyushchego izlucheniya (obzor literatury) [Noncontacting diagnosis of psychophysical state in individuals working under exposure to ionizing radiation (review of literature)]. *Medicina truda i promyshlennaya ehkologiya* [Occupational medicine and industrial ecology]. 2017. N 4. Pp. 23–27. (In Russ.)
7. Goncharov S.F., Grebenyuk B.V., Murin M.B. [et al.]. Upravlenie sluzhboj mediciny katastrof [Management of disaster medicine: studies. manual for doctors]. Moskva. 2016. 130 p. (In Russ.)
8. Evdokimov V.I. Regional'nye riski pri vozniknovenii chrezvychajnykh situatsiy v Rossii (2009–2013 gg.) [Regional risks in emergencies in Russia (2009–2013)]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyah* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 1. Pp. 5–14. (In Russ.)
9. Ipatov P.L., Martens V.K., Sorokin A.V. [et al.]. Professional'naya nadyozhnost' personala AEHS: Koncepciya i tekhnologiya kolichestvennoy ocenki, praktika upravleniya [Professional reliability of NPP personnel: concept and technology of quantitative assessment, management practice]. Saratov. 2003. 232 p. (In Russ.)

10. Larcev M.A. Koloshuk O.P. Psihofiziologicheskij otbor spasatelej mezhdunarodnogo klassa: Posobie dlya vrachej [Psychophysiological selection of international class rescuers: a manual for doctors]. Moskva. 2005. 60 p. (In Russ.)
11. Minkin V.A. Vibrozobrazhenie [Vibraitage]. Sankt-Peterburg. 2007. 108 p. (In Russ.)
12. Organizaciya i provedenie psihofiziologicheskikh obsledovanij rabotnikov organizacij, ehkspluatiruyushchih osobo radiacionno opasnye i yadernno opasnye proizvodstva i ob»ekty v oblasti ispol'zovaniya atomnoj ehnergii, pri prohozhdenii rabotnikami medicinskih osmotrov v medicinskih organizacijah FMBA Rossii : Metodicheskie rekomendacii R FMBA Rossii 2.2.8.84-2015. [Organizing and conducting psychophysiological examinations of employees of organizations operating especially radiation-hazardous and nuclear-hazardous industries and facilities in the field of the use of atomic energy, when workers undergo medical examinations at medical organizations of the FMBA of Russia: method. recommendations 2.2.8.84-2015]. Moskva. 2015. (In Russ.)
13. Programma kontrolya psihofiziologicheskogo sostoyaniya operatora [The program for controlling the psychophysiological state of the operator]. URL: <http://psymaker.com/downloads/VIManualRuVS.pdf>. (In Russ.)
14. Ushakov I.B. Bogomolov A.V., Kukushkin YU.A. Fiziologiya truda i nadezhnost' deyatel'nosti cheloveka [Physiology of work and reliability of human activity]. Moskva. 2008. 318 p. (In Russ.)
15. Ushakov I.B. Bogomolov A.V., Kukushkin YU.A. Metodologicheskie aspekty dinamicheskogo kontrolya funkcional'nyh sostoyanij operatorov opasnyh professij [Methodological aspects of the dynamic control of the functional states of operators of hazardous occupations]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnyh situacijah* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2010. N 4, Pt. 2. Pp. 7–12. (In Russ.)
16. Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz [Factor, discriminant and cluster analysis]. Ed. I.S. Enyukov. Moskva. 1989. 215 p. (In Russ.)
17. Shojgu Yu.S. [et al.]. Psihologiya ehkstremal'nyh situacij dlya spasatelej i pozharnyh [Psychology of extreme situations for rescuers and firefighters]. Ed. Yu.S. Shojgu. Moskva. 2007. 319 p. (In Russ.)

Received 17.04.2019

For citing: Shchelkanova E.S. Beskontaktnaya ekspress-dagnostika psikhofiziologicheskogo sostoyaniya rabotnikov opasnykh proizvodstv. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyakh*. 2019. N 2. Pp. 111–120. (In Russ.)

Shchelkanova E.S. Rapid noncontact diagnostics of psychophysiological state in workers of hazardous industries. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2019. N 2. Pp. 111–120. DOI 10.25016/2541-7487-2019-0-2-111-120

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие во Всеармейской научно-практической конференции
**«Актуальные проблемы профессионального отбора
и медико-психологической реабилитации военнослужащих»**

На конференции предполагается рассмотреть следующие проблемы:

- 1) теоретические и практические вопросы профессионального отбора;
- 2) медико-психологическое сопровождение военнослужащих в процессе профессиональной деятельности;
- 3) медико-психологическая коррекция и реабилитация военнослужащих;
- 4) сохранения и восстановление профессиональной работоспособности в условиях воздействия различных факторов военного труда;
- 5) вопросы профессиональной адаптации военнослужащих к условиям Крайнего Севера.

Дата проведения – **14 ноября 2019 г.**

Место проведения – Санкт-Петербург, клуб Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Большой Сампсониевский пр., д. 1 (станция метро «Площадь Ленина»).

Для участия в работе конференции в срок до **15 сентября 2019 г.** необходимо представить:

- заявку на участие;
- материалы для опубликования;
- заключение о возможности публикации материалов в открытой печати, утвержденное руководителем организации.

Авторские материалы (оригинальные и обзорные статьи, информированные сообщения) будут опубликованы в журнале «Известия Российской Военно-медицинской академии». Требования к оформлению авторских материалов представлены на сайте: www.vmeda.org/pravilavtor

Оргкомитет оставляет за собой право не публиковать присланные материалы, если они не соответствуют требованиям, а также, если они получены после 15 сентября 2019 г.

Адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6.

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Научно-исследовательский отдел медико-психологического сопровождения.

Телефон: 8 (812) 579-00-11

e-mail: vmeda_37@mil.ru