

А.Ф. Бобров¹, Т.М. Новикова², Н.Л. Проскурякова¹, В.И. Седин¹, Е.С. Щелканова³,
Л.И. Фортунатова¹, М.Ю. Калинина¹

ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

¹Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

²Центральная медико-санитарная часть № 91 ФМБА России, Лесной

³Военный инновационный технополис «ЭРА», Анапа

Контактное лицо: Александр Федорович Бобров, e-mail: baf-vcmk@mail.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Разработка критериев экспресс-диагностики состояния здоровья работников опасных производств по параметрам виброизображения.

Материал и методы: Объектом исследования является персонал Московской областной противопожарно-спасательной службы (249 человек), работники основного цеха комбината «Электромприбор» (ЭХП) (132 человека) и операторы научной роты Военного инновационного технополиса (ВИТ) «Эра» (16 человек, группа сравнения). В исследованиях принимали участие специалисты ВЦМК «Защита». Средний возраст спасателей составил 43,4±3,2 года, работников ЭХП – 41,9±4,1 года, военнослужащих 24,4±1,5 года. По данным медицинских осмотров устанавливалась группа диспансерного наблюдения/группа здоровья (в соответствии с Приказом МЗ РФ № 36ан¹). Также проводилось тестирование обследованных лиц с использованием программы HealthTest. Время тестирования составляло 3 мин, в ходе которого оценивались параметры виброизображения.

Результаты: Для разработки критериев экспресс-диагностики состояния здоровья работников опасных производств в качестве исходных использовались 10 основных параметров виброизображения E1–E10 и их коэффициентов вариации E1_V–E10_V. Рассчитана весовая нагрузка отдельных параметров виброизображения, входящих в системокомплекс, разделяющие группы 1 и 3 диспансерного наблюдения. Для формализованной оценки разработана вероятностная номограмма идентификации функционального состояния по параметрам виброизображения. Средняя точность их распознавания с использованием линейных дискриминантных функций составляет 96,8 %.

Заключение: Совершенствование медико-психофизиологического обеспечения работников опасных производств связано с разработкой методов экспресс-диагностики их психофизиологической адаптации. Перспективной для этого является технология вибровизуализации, о чем свидетельствуют результаты проведенных исследований. Использование в качестве «маркера» психофизиологической адаптации разработанного одномерного многопараметрического интегрального показателя, представляющего собой линейную комбинацию параметров виброизображения, позволяет проводить оперативный мониторинг состояния здоровья. Разработанный интегральный показатель экспресс-диагностики состояния здоровья может быть использован для оценки эффективности и достаточности проводимых реабилитационно-оздоровительных мероприятий.

Ключевые слова: опасные производства, группы диспансерного наблюдения, донозологические состояния, экспресс-диагностика, технология вибровизуализации

Для цитирования: Бобров А.Ф., Новикова Т.М., Проскурякова Н.Л., Седин В.И., Щелканова Е.С., Фортунатова Л.И., Калинина М.Ю. Экспресс-диагностика состояния здоровья работников опасных производств // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2022. Т. 67. № 3. С. 89–93. DOI:10.33266/1024-6177-2022-67-3-89-93

A.F. Bobrov¹, T.M. Novikova², N.L. Proskuryakova¹, V.I. Sedin¹, E.S. Shchelkanova³,
L.I. Fortunatova¹, M.Yu. Kalinina¹

Express Diagnostics of the Health Condition of Workers in Hazardous Industries

¹A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

²Central Medical and Sanitary Unit No. 91, Lesnoy, Russia

³Military Innovative Technopolis “ERA”, Anapa, Russia

Contact person: A.F. Bobrov, e-mail: baf-vcmk@mail.ru

ABSTRACT

Purpose: To develop criteria for rapid diagnostics of the health status of workers of hazardous industries according to the parameters of vibration imaging.

Material and methods: The object of the study is the personnel of the Moscow Regional Fire and Rescue Service (249 people), employees of the main workshop of the Elektrompribor plant (EHP) (132 people) and operators of the scientific company of the Military Innovative Technopolis (VIT) “Era” (16 people, comparison group). The research was attended by specialists of VCMC “Protection”. The average age

¹ Приказ Минздрава России от 03.02.2015 г. № 36ан «Об утверждении порядка проведения диспансеризации определенных групп взрослого населения» (с изменениями на 09.12.2016 г.).

of rescuers was 43,4±3,2 years, ECP workers – 41,9±4,1 years, military personnel 24,4±1,5 years. According to medical examinations, a dispensary observation group/health group was established (in accordance with the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 36an). The examined individuals were also tested using the HealthTest program. The testing time was 3 minutes, during which the vibration image parameters were evaluated.

Results: To develop criteria for rapid diagnostics of the health status of workers of hazardous industries, 10 basic parameters of vibration imaging E1–E10 and their coefficients of variation $E1_V$ – $E10_V$ were used as initial ones. The weight load of individual vibration imaging parameters included in the system complex separating groups 1 and 3 of dispensary observation is calculated. For a formalized assessment, a probabilistic nomogram for identifying the functional state according to the parameters of the vibration image has been developed. The average accuracy of their recognition using linear discriminant functions is 96,8 %.

Conclusion: The improvement of medical and psychophysiological support of hazardous workers is associated with the development of methods of express diagnostics of their psychophysiological adaptation. Vibration imaging technology is promising for this, as evidenced by the results of the conducted research. The use of the developed one-dimensional multiparametric integral indicator as a “marker” of psychophysiological adaptation, which is a linear combination of vibration image parameters, allows for operational monitoring of the state of health. The developed integral indicator of rapid diagnostics of the state of health can be used to assess the effectiveness and sufficiency of rehabilitation and wellness measures.

Keywords: *dangerous professions, dispensary observation groups, prenosological states, express diagnostics, vibration imaging technology*

For citation: Bobrov AF, Novikova TM, Proskuryakova NL, Sedin VI, Shchelkanova ES, Fortunatova LI, Kalinina MYu. Express diagnostics of the health condition of workers in hazardous industries. *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2022;67(3):89–93. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2022-67-3-89-93

Введение

Сохранение профессионального здоровья персонала опасных производств (РОП), работающего в условиях воздействия неблагоприятных факторов трудового процесса и производственной среды, связано с ранней диагностикой его нарушений. В настоящее время контроль профессионального здоровья РОП осуществляется на этапе медицинского осмотра, проводимого в соответствии с Приказом Минздрава РФ 29н¹, обеспечивающего выявление и лечение заболеваний, входящих в спецификацию МКБ10. В то же время декларируемая государственная политика охраны и укрепления «здоровья здоровых» связана с переходом от системы, ориентированной на лечение заболевания, к системе охраны здоровья граждан, основанной на приоритете здорового образа жизни и направленной на профилактику болезней. В качестве оптимальной методологии охраны «здоровья здоровых» рассматривается донозологическая диагностика на ранних стадиях развития заболевания и своевременная коррекция функционального состояния [1–3].

Донозологическая диагностика – распознавание состояний организма, пограничных между нормой и патологией (между здоровьем и болезнью), характеризующихся нарушением равновесия между организмом и средой². Объектом донозологической диагностики является процесс адаптации организма к неадекватным условиям среды, который может завершиться одним из следующих исходов: 1) полной или частичной адаптацией к среде; при этом гомеостаз не нарушается, деятельность всех регуляторных систем протекает в обычных пределах или несколько усилена; 2) недостаточной или неудовлетворительной адаптацией; при этом гомеостаз основных жизненно важных систем обычно сохраняется, но активность регуляторных механизмов существенно увеличена; 3) срывом адаптации; при этом вследствие перенапряжения и истощения регуляторных механизмов происходит нарушение гомеостаза с развитием патологических отклонений [1, 4].

¹ Приказ Минздрава России от 28.01.2021 № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры».

² Большая Медицинская Энциклопедия (БМЭ), под редакцией Петровского Б.В., 3-е издание.

Процесс постановки донозологического диагноза заключается в целенаправленном сборе медико-психологической информации и применении таких методов ее анализа и обработки, которые позволяют установить степень адаптации организма к условиям окружающей среды и выявить такие состояния, которые еще не могут быть отнесены к известным нозологическим формам болезней, но характеризуются нарушением деятельности регуляторных механизмов, а в ряде случаев и гомеостаза [2, 4]. Особое место при постановке донозологического диагноза занимают методы экспресс-оценки, поскольку традиционная оценка степени адаптации организма весьма трудоемка и длительна. К перспективным методам экспресс-диагностики психофизиологической адаптации и состояния здоровья можно отнести технологию вибровизуализации – регистрацию и математическую обработку рефлекторных движений головы и лица человека [5]. Она показала свою эффективность при предсменных и периодических психофизиологических обследованиях работников опасных производств, их тренажерной подготовке [6]. На сайте <https://www.psymaker.com/ru/literature/conf/273/> можно найти много других положительных примеров использования технологии вибровизуализации в прикладных медико-биологических исследованиях.

Целью настоящего исследования являлась разработка критериев экспресс-диагностики состояния здоровья работников опасных производств по параметрам вибровизуализации.

Материал и методы

Объектом исследования является персонал Московской областной противопожарно-спасательной службы (249 человек), работники основного цеха комбината «Электрохимприбор» (ЭХП) (132 человека) и операторы научной роты Военного инновационного технополиса (ВИТ) «Эра» (16 человек, группа сравнения). В исследованиях принимали участие специалисты ВЦМК «Защита». Средний возраст спасателей составил 43,4±3,2 года, работников ЭХП – 41,9±4,1 года, военнослужащих 24,4±1,5 года. По данным медицинских осмотров устанавливалась группа диспансерного наблюдения/группа здоровья (в соответствии с Приказом МЗ РФ № 36ан³). Также проводилось тестирование обследованных лиц с

³ Приказ Минздрава России от 03.02.2015 г. № 36ан «Об утверждении порядка проведения диспансеризации определенных групп взрослого населения» (с изменениями на 09.12.2016 г.).

использованием программы HealthTest [7]. Время тестирования составляло 3 мин, в ходе которого оценивались параметры виброизображения.

Результаты исследования анализировались с использованием программы STATISTICA v.8.0.

Результаты и обсуждение

В качестве основного индикатора состояния здоровья обследованных использована группа диспансерного наблюдения (Гр_ДН). К 1-й группе (Гр_ДН=1) относятся работники, у которых не установлены хронические неинфекционные заболевания, отсутствуют факторы риска развития таких заболеваний или имеются указанные факторы риска при низком или среднем абсолютном суммарном сердечно-сосудистом риске и не нуждающиеся в диспансерном наблюдении по поводу других заболеваний (состояний). Во 2-ю группу (Гр_ДН=2) включаются лица, у которых не установлены хронические неинфекционные заболевания, но имеются факторы риска развития таких заболеваний при высоком или очень высоком абсолютном суммарном сердечно-сосудистом риске. К 3-й группе (Гр_ДН=3) относятся работники: а) имеющие хронические неинфекционные заболевания, требующие установления диспансерного наблюдения или оказания специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи, а также с подозрением на наличие этих заболеваний (состояний), нуждающиеся в дополнительном обследовании; б) не имеющие хронических неинфекционных заболеваний, но требующие установления диспансерного наблюдения или оказания специализированной, в том числе высокотехнологичной медицинской помощи по поводу иных заболеваний, а также с подозрением на наличие этих заболеваний, нуждающиеся в дополнительном обследовании.

Для разработки критериев экспресс-диагностики состояния здоровья работников опасных производств в качестве исходных использовались 10 основных параметров виброизображения E1–E10 и их коэффициентов вариации E1_V – E10_V [6], а также параметры [R] и [M], отражающие суммарную корреляцию Пирсона между параметрами виброизображения и степень отличия параметров микродвижений головы от средних популяционных значений [7]. С использованием канонического дискриминантного анализа [8] установлено, что полярные группы диспансерного наблюдения (Гр_ДН=1 и Гр_ДН=3) наилучшим образом (минимальная внутригрупповая и максимальная межгрупповая дисперсия) разделяет системоконкомплекс параметров виброизображения (каноническая дискриминантная функция), весовые нагрузки отдельных параметров виброизображения в котором приведены на рис. 1.

Наибольшую положительную весовую нагрузку (+0,47) имеет параметр E₃ виброизображения, характеризующий отношение высокочастотной к общей мощности спектра микродвижений головы человека [5]. Он увеличивается при росте высокочастотных (до 30 Гц) компонент вибраций, появляющихся в дополнение к основной (до 10 Гц) частоте.

Изменение спектральной структуры любых электрофизиологических сигналов при изменении функционального состояния человека является общей закономерностью. Так, если у человека в состоянии нормы преобладающими являются альфа-волны, то при изменении функционального состояния ЦНС преобладающими становятся волны в более высоких частотных диапазонах. В спектре кардиоинтервалов в состоянии нормы преобладают дыхательные волны (высокочастот-

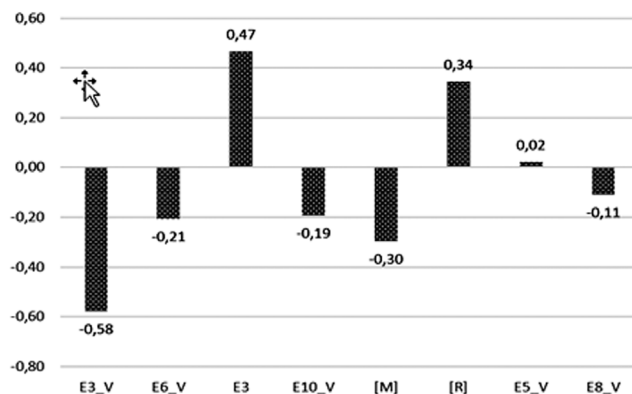


Рис. 1. Весовые нагрузки отдельных параметров виброизображения, входящих в системоконкомплекс, разделяющие группы 1 и 3 диспансерного наблюдения

Fig. 1. Weight loads of individual vibration imaging parameters included in the system complex separating groups 1 and 3 of dispensary observation

ные (HF) колебания с частотой 0,15–0,4 Гц и периодом от 2,5 до 7 с). При ухудшении функционального состояния преобладающими в спектре становятся медленные (LF) волны с частотой колебаний в диапазоне 0,03–0,1 Гц (период от 10 до 30 с).

Это позволяет сделать вывод о том, что полученный системоконкомплекс характеризует уровень напряжения регуляторных систем организма, оцениваемый по параметрам виброизображения. Его значения могут использоваться в качестве интегрального показателя (ИП) оценки напряжения регуляторных систем организма. Этот вывод подтверждает его взаимосвязь с другими параметрами виброизображения.

Так, с параметром E₃ коррелирует с обратным знаком (–0,58) показатель, характеризующий его вариабельность: E_{3_V}. Это свидетельствует о том, что при увеличении уровня напряжения регуляторных систем (увеличении E₃) снижается вариабельность параметра E₃. Аналогом установленного соотношения величина параметра – вариабельность параметра является взаимосвязь амплитуды моды (АМО_{RR}) и среднеквадратичного отклонения кардиоинтервалов (СКО_{RR}): при увеличении уровня напряжения регуляторных механизмов организма АМО_{RR} увеличивается, а СКО_{RR} снижается [1].

Однонаправленная корреляция параметров E₃ и [R] с ИП свидетельствует о том, что увеличение уровня напряжения регуляторных механизмов организма приводит и к усилению корреляционных взаимоотношений между параметрами виброизображения, снижению числа степеней свободы регуляторных систем. При этом значения параметра [M] виброизображения снижается (отрицательный знак факторной нагрузки показателя (–0,3)), характеризуя уход параметров виброизображения от популяционного «эталопа». Это также является свидетельством увеличения напряжения регуляторных систем.

Хотя коэффициенты корреляции с ИП остальных параметров виброизображения незначительные, они соответствуют выявленной закономерности – снижению их лабильности при росте напряжения регуляторных механизмов.

Таким образом, группы диспансерного наблюдения наилучшим образом дифференцирует одномерный многопараметрический интегральный показатель, представляющий собой линейную комбинацию параметров виброизображения. Он был переведен в Т-баллы (среднее значение равно 50 баллов, среднеквадратичное откло-

нение 10 баллов) с выделением по сигмальным отклонениям от среднего значения 3 групп лиц с различным функциональным состоянием (ДС=1, ДС=2, ДС=3), оцениваемым по параметрам виброизображения. Средняя точность их распознавания с использованием линейных дискриминантных функций составляет 96,8 %. Для формализованной оценки разработана вероятностная номограмма, представленная на рис. 2.

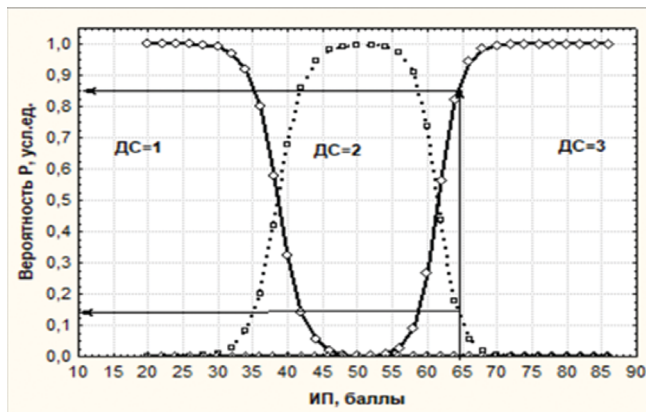


Рис.2. Вероятностная номограмма идентификации функционального состояния по параметрам виброизображения

Fig.2. Probabilistic nomogram of functional state identification by vibration image parameters

Правило ее использования показано на рис. 3. При ИП=65 баллов вероятность того, что функциональное состояние обследованного соответствует классу ДС=3, равно 0,85 (85 %), классу ДС=2 – 0,15 (15 %).

Для интерпретации выделенных классов рассмотрим их взаимосвязь (рис.3) с группами диспансерных наблюдений, которая по критерию Хи-квадрат является статистически значимой: $\chi^2 = 12,89$, $p = 0,0003$.

Из рис. 3 следует, что у лиц из 1-й группы диспансерного наблюдения в 94 % случаев отмечалось состояние, соответствующие по параметрам виброизображения группе ДС=1. В 3-й группе диспансерного наблюдения преобладает (75 %) функциональное состояние, по параметрам виброизображения характерное для группы ДС=3. Это позволяет сделать вывод о том, риск нарушения состояния здоровья у работников с данным видом функционального состояния высокий. Описание классов состояний, выделяемых по параметрам виброизображения, и «точечные» границы ИП даны в табл. 1.

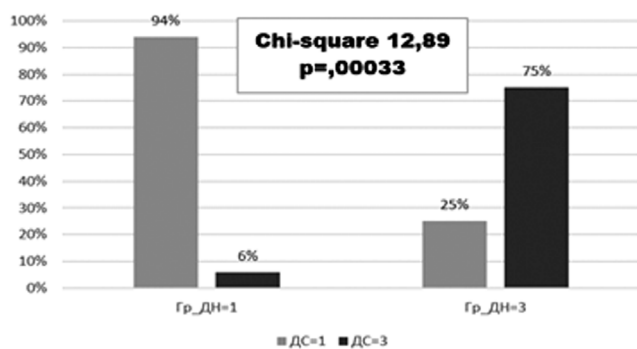


Рис.3. Встречаемость классов функциональных состояний, выделяемых по параметрам виброизображения, в группах диспансерного наблюдения

Fig.3. The occurrence of classes of functional states, distinguished by the parameters of vibration imaging, in the groups of dispensary observation

Таблица 1

Характеристики классов состояний, выделяемых по параметрам виброизображения
Characteristics of classes of states distinguished by vibration image parameters

Обозн. класса	Наименование класса	Характеристики класса
ДС=1	Норма (ИП <37 баллов)	Низкий уровень напряжения регуляторных механизмов организма. Адекватное для сложившихся условий жизнедеятельности взаимодействие организма с внешней средой. Низкий уровень риска нарушения состояния здоровья
ДС=2	Напряжение (37<ИП <63 балла)	Взаимодействие организма с внешней средой нарушено и характеризуется несущественным выходом основных показателей функционального состояния за границы гомеостатической нормы, сниженной адаптацией к факторам жизнедеятельности, повышенным уровнем напряжения регуляторных механизмов организма. Повышенный уровень риска нарушения состояния здоровья
ДС=3	Перенапряжение (ИП>63 балла)	Взаимодействие организма с внешней средой существенно нарушено. Значительный выход показателей функционального состояния за границы гомеостатической нормы, срыв адаптации к факторам жизнедеятельности, перенапряжение и истощение регуляторных механизмов организма с развитием патологических отклонений. Высокий риск нарушения состояния здоровья

Встречаемость в различных профессиональных группах классов состояний, выделяемых по параметрам виброизображения, приведена в табл. 2.

Таблица 2

Встречаемость (в %) классов состояний, выделяемых по параметрам виброизображения, в различных профессиональных группах
The occurrence (in %) of classes of states distinguished by vibration image parameters in various professional groups

Профессиональная группа	Класс состояния по параметрам виброизображения		
	ДС=1	ДС=2	ДС=3
Пожарные	25 %	44 %	31 %
Работники ЭХП	27 %	51 %	22 %
Военнослужащие	79 %	21 %	0 %

Как следует из приведённых данных, наибольшим уровнем здоровья обладают военнослужащие – операторы научной роты ВИТ «Эра», 79 % которых имеют низкий, (21 %) средний уровень риска нарушения состояния здоровья по данным технологии виброизображения. Работники ЭХП и пожарные имеют близкое распределение по классам состояний, оцениваемых по параметрам виброизображения. Однако среди пожарных на 9 % больше лиц с высоким уровнем риска нарушения состояния здоровья.

Заключение

Совершенствование медико-психофизиологического обеспечения работников опасных связано с разработкой методов экспресс-диагностики их психофизиологической адаптации. Перспективной для этого является технология вибровизуализации, о чем свидетельствуют результаты проведенных исследований. Использование в качестве «маркера» психофизиологической адаптации разработанного одномерного многопараметрического интегрального показателя, представляющего собой линейную комбинацию параметров виброизображения, позволяет проводить оперативный мониторинг состояния здоровья. Работники, идентифицированные как от-

носящиеся к классу ДС=2, могут рассматриваться как имеющие донозологические отклонения в состоянии здоровья. Они нуждаются в дополнительном медицинском обследовании и проведении реабилитационно-оздоровительных мероприятий. Это позволит предотвратить дальнейшее ухудшение состояния их здоровья, по-

высить качество жизни. Разработанный интегральный показатель экспресс-оценки состояния здоровья может быть использован для оценки эффективности и достаточности проводимых реабилитационно-оздоровительных мероприятий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 298 с.
2. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Под ред. Баевского Р.М., Берсеновой А.П. М.: Медицина, 1997. С. 104.
3. Казначеев В.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения / Под ред. Казначеева В.П., Баевского Р.М., Берсеновой А.П. Л.: Медицина, 1980. 225 с.
4. Бобров, А.Ф. Системная оценка результатов психофизиологических обследований / Под ред. Боброва А.Ф., Бушманова А.Ю., Седина В.И., Щепланова В.Ю. // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. № 3. С. 13-19.
5. Минкин В. А. Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме, 2020. 164 с. DOI: 10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020.
6. Шелканова, Е.С. Бесконтактная экспресс-диагностика психофизиологического состояния работников опасных производств: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2019. 20 с.
7. Минкин В.А., Бобров А.Ф. Диагностика здоровья по оценке десинхронизации сигналов физиологических систем. Первые результаты практического применения программы HealthTest // Труды 3-й международной научно-технической конференции «Современная психофизиология. Технология виброизображения». Санкт-Петербург, 25–26 июня 2020 г. СПб., 2020. С. 121-130. DOI: 10.25696/ELSYS.14.VC3.RU.
8. Ким Дж.-О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Под ред. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р., Енюкова И.С. и др. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.

REFERENCE

1. Bayevskiy R.M. *Prognozirovaniye Sostoyaniy na Grani Normy i Patologii* = Prediction of Condition on the Brink of Norm and Pathology. Moscow, Meditsina Publ., 1979. 298 p. (In Russian).
2. Bayevskiy R.M. *Otsenka Adaptatsionnykh Vozmozhnostey Organizma i Risk Razvitiya Zabolevaniy* = Assessment of Adaptive Capacity of the Organism and the Risk of Diseases. Ed. Bayevskiy R.M., Berseneva A. P. Moscow, Meditsina Publ., 1997. P 104 (In Russian).
3. Kaznacheev V.P. *Donozologicheskaya diagnostika v praktike massovykh obsledovaniy naseleniya* = Prenosological diagnostics in practice of mass screening of the population. Ed. Kaznacheev V.P., Baevskiy R.M., Berseneva A.P. Leningrad, Meditsina Publ., 1980. 225 p. (In Russian).
4. Bobrov A.F. System Evaluation of the Results of Psychophysiological Examinations. Ed. Bobrov A.F., Bushmanov A.Yu., Sedin V.I., Shcheblanov V.Yu. *Meditsina Ekstremalnykh Situatsiya* = Extreme Medicine. 2015;3:13-19 (In Russian).
5. Minkin V. A. *Vibroizobrazheniye, Kibernetika i Emotsii* = Vibroimage, Cybernetics and Emotions. St. Petersburg, Renome Publ., 2020. 164 p. DOI: 10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020 (In Russian).
6. Shchelkanova E.S. *Beskontaktnaya Ekspress-Diagnostika Psikhofiziologicheskogo Sostoyaniya Rabotnikov Opasnykh Proizvodstv* = Contactless Express Diagnostics of the Psychophysiological State of Workers of Hazardous Industries. Extended Abstract of Candidate's Thesis in Biol. Sciences. St. Petersburg Publ., 2019. 20 p. (In Russian).
7. Minkin V.A., Bobrov A.F. Diagnostika Zdorovya po Otsenke Desinkhronizatsii Signalov Fiziologicheskikh Sistem. Pervyye Rezultaty Prakticheskogo Primeneniya Programmy HealthTest = Diagnostics of Health by Evaluation of Desynchronization of Signals of Physiological Systems. The First Results of the Practical Application of the HealthTest Program. *Sovremennaya psikhofiziologiya. Tekhnologiya vibroizobrazheniya* = Modern Psychophysiology. Vibration Imaging Technology. Proceedings of the 3rd International Scientific and Technical Conference, St. Petersburg, 25-26 June, 2020. St. Petersburg Publ., 2020. P. 121-130. DOI: 10.25696/ELSYS.14.VC3.RU (In Russian).
8. Kim J.-O. *Faktornyy, Diskriminantnyy i Klasternyy Analiz* = Factorial, Discriminant and Cluster analysis. Ed. Kim J.-O., Muller C.W., Klekka U.R., Enyukov I.S., et al. Moscow, Finansy i Statistika Publ., 1989. 215 p. (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 17.01.2022. Принята к публикации: 15.03.2022.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 17.01.2022. Accepted for publication: 15.03.2022.