

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-1-25-29>

УДК 612:613:62:665.6

© Коллектив авторов, 2020

Сетко Н.П., Мовсегов С.В., Булычева Е.В.

Особенности функционального состояния организма операторов и машинистов нефтехимического предприятия в зависимости от трудового стажа

ФБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Советская, 6, Оренбург, Россия, 460000

Введение. В результате масштабной модернизации технологических процессов на организм рабочих предприятий нефтехимической промышленности воздействуют факторы малой интенсивности. С увеличением времени экспозиции при действии таких факторов ответная реакция организма характеризуется различными изменениями физиологического статуса, однако до настоящего времени медицинские осмотры рабочих нефтехимических предприятий имеют клиническую направленность. В связи с этим, чрезвычайно важным становится системное исследование физиологических функций рабочих с учетом их трудового стажа для раннего выявления неблагоприятного влияния производственной среды и разработки эффективных профилактических мероприятий.

Цель исследования — оценить особенности функционального состояния организма операторов и машинистов нефтехимического предприятия в зависимости от трудового стажа.

Материалы и методы. Для выявления особенностей функционального состояния организма 78 операторов и 68 машинистов в зависимости от трудового стажа были разделены на три подгруппы. Исследовано функциональное состояние центральной, вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем, а также определены уровень биологической адаптации и работоспособность рабочих. Функциональное состояние центральной нервной системы оценено по показателям функционального уровня нервной системы, устойчивости нервной реакции, уровню функциональных возможностей сформированной функциональной системы и уровню работоспособности на аппаратно-программном комплексе.

Результаты. Выявлено, что с увеличением трудового стажа у операторов нефтехимического предприятия изменились показатели функционального состояния организма, о чем свидетельствует уменьшение времени простой зрительно-моторной реакции в 1,5 раза, увеличение показателей симпатической активности вегетативной нервной системы в 1,7 раза, а также увеличение в 1,4 раза показателя адекватности процессов регуляции на фоне повышения в 1,7 раза вегетативного показателя ритма, характеризующих усиление дезорганизации в межсистемных взаимодействиях центрального и автономного контура регуляции физиологическими функциями. У машинистов с увеличением трудового стажа отмечалось увеличение показателей парасимпатической активности вегетативной нервной системы в 1,3 раза, а также увеличение вегетативного показателя регуляции в 1,2 раза, что свидетельствует об усилении автономного контура регуляции физиологическими функциями.

Выводы. У рабочих основных профессий нефтехимического предприятия с увеличением трудового стажа отмечалось развитие долгосрочной адаптации, что подтверждается снижением числа рабочих с неудовлетворительным уровнем адаптации и увеличением операторов и машинистов с нормальным уровнем работоспособности.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающая промышленность; операторы; машинисты; профессионально значимые системы организма

Для цитирования: Сетко Н.П., Мовсегов С.В., Булычева Е.В. Особенности функционального состояния организма операторов и машинистов нефтехимического предприятия в зависимости от трудового стажа. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60 (1). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-1-25-29>

Для корреспонденции: Сетко Нина Павловна, зав. каф. гигиены и эпидемиологии ФБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет», д-р мед. наук, проф. E-mail: nina.setko@gmail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Nina P. Setko, Sergey V. Movergov, Ekaterina V. Bulycheva

Features of the functional state of professionally significant body systems of operators and machinists of a petrochemical enterprise depending on their work experience

Orenburg state medical university, 6, Sovetskaya str., Orenburg, Russia, 460000

Introduction. As a result of large-scale modernization of technological processes, the organism of workers in the petrochemical industry is affected by low intensity factors. With an increase in exposure time under the influence of such factors, the response of the body is characterized by various changes in physiological status, however, until now, medical examinations of workers in petrochemical enterprises have a clinical focus. In this regard, it becomes extremely important to systematically study the physiological functions of workers, considering their working experience for early detection of the adverse effects of the work environment and the development of effective preventive measures.

The aim of the study is to evaluate the features of the functional state of the organism of operators and operators of a petrochemical enterprise, depending on the length of service.

Materials and methods. To identify the features of the functional state of the body, 78 operators and 68 drivers, depending on the length of service, were divided into three subgroups. The functional state of the central, autonomic nervous and

cardiovascular systems was studied, and the level of biological adaptation and working capacity of workers were determined. The functional state of the central nervous system is assessed by indicators of the functional level of the nervous system, the stability of the nervous reaction, the level of functionality of the formed functional system and the level of performance on the hardware-software complex.

Results. It was revealed that with an increase in seniority, the operators of the petrochemical enterprise changed the indicators of the functional state of the body, as evidenced by a decrease in the time of simple visual-motor reaction by 1.5 times, an increase in the rates of sympathetic activity of the autonomic nervous system by 1.7 times, and an increase in 1.4 times the adequacy of regulation processes against a 1.7-fold increase in the vegetative rhythm indicator, which characterize increased disorganization in the intersystem interactions of central and an independent contour of regulation of physiological functions. With an increase in seniority, typists noted an increase in the parasympathetic activity of the autonomic nervous system by 1.3 times, as well as an increase in the autonomic regulation rate by 1.2 times, which indicates a strengthening of the autonomous regulation loop by physiological functions.

Conclusions. The workers of the main professions of the petrochemical enterprise with an increase in their seniority noted the development of long-term adaptation, which is confirmed by a decrease in the number of workers with an unsatisfactory level of adaptation and an increase in operators and drivers with a normal level of working capacity.

Keywords: oil refining industry; operators; machinists; professionally significant systems

For citation: Setko N.P., Movergoz S.V., Setko A.G., Bulicheva E.V. Features of the functional state of professionally significant body systems of operators and machinists of a petrochemical enterprise depending on their work experience. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60 (1). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-1-25-29>

For correspondence: Nina P. Setko, Head of the hygiene and epidemiology department of Orenburg State Medical University, Dr. of Sci. (Med.), prof. E-mail: nina.setko@gmail.ru

Funding. The study had no funding.

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

Введение. В настоящее время в результате масштабной модернизации технологических процессов, включающей внедрение непрерывных, замкнутых технологических циклов, высокую степень автоматизации и механизации трудоемких операций, замену устаревшего оборудования, на организм рабочих предприятий нефтехимической промышленности воздействуют факторы малой интенсивности [1–3]. С увеличением времени экспозиции при действии таких факторов ответная реакция организма, в первую очередь, характеризуется различными изменениями физиологического статуса, однако до настоящего времени медицинские осмотры рабочих нефтехимических предприятий имеют клиническую направленность [3]. В связи с этим, чрезвычайно важным становится системное исследование физиологических функций рабочих с учетом их трудового стажа для раннего выявления неблагоприятного влияния производственной среды и разработки эффективных профилактических мероприятий.

Цель исследования — оценить особенности функционального состояния организма операторов и машинистов нефтехимического предприятия в зависимости от трудового стажа.

Материалы и методы. Для выявления особенностей функционального состояния организма 78 операторов и 68 машинистов в зависимости от трудового стажа были разделены на три подгруппы. В первую подгруппу вошли мало-стажированные рабочие, трудовой стаж которых составлял до 5 лет; во вторую подгруппу — среднестажированные рабочие (трудовой стаж 6–10 лет); третью подгруппу составили высокостажированные рабочие, трудовой стаж которых был больше 11 лет.

У операторов и машинистов нефтехимического предприятия исследовано функциональное состояние центральной, вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем, а также определены уровень биологической адаптации и работоспособность рабочих. Функциональное состояние центральной нервной системы оценено по показателям функционального уровня нервной системы (ФУС), устойчивости нервной реакции (УР), уровню функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ) и интегральному показателю общего состояния ор-

ганизма — уровню работоспособности на аппаратно-программном комплексе, в основе которого лежит принцип регистрации простой зрительно-моторной реакции по методике М.П. Мороз [4]. Функциональное состояние сердечно-сосудистой, вегетативной нервной системы, включая вегетативную регуляцию физиологическими функциями, а также уровень биологической адаптации рабочих исследованы с помощью регистрации на аппаратно-программном комплексе ОТРО-expert [5], статистических показателей вариабельности сердечного ритма — вариационного размаха (ΔX), моды (Mo), амплитуды моды (АМо), математического ожидания (М), среднеквадратического отклонения (SDNN) с последующим расчетом таких интегральных показателей, как индекс вегетативного равновесия (ИВР), вегетативный показатель равновесия (ВПР), показатель адекватности процессор регуляции (ПАПР), индекса напряжения регуляторных систем (ИН).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ Статистика 6.0 и Microsoft Excel 2007. Оценка достоверности осуществлялась по t-критерию Стьюдента [6].

Результаты. Установлено, что с увеличением трудового стажа среди операторов отмечалось увеличение скорости реакции в ответ на рабочий сигнал, о чем свидетельствует достоверное уменьшение времени латентной простой зрительно-моторной реакции (Т) с $0,31 \pm 0,01$ мс до $0,28 \pm 0,01$ мс ($p \leq 0,05$) (табл. 1).

По всей вероятности, это объясняется тренированностью нервных процессов у операторов при выполнении своих профессиональных функций, характеризующееся быстрым переключением внимания, анализом изменяющихся контролируемых показателей, а также быстрым принятием решений при необходимости на рабочем месте [7]. Этот факт подтверждается тенденцией к увеличению в процессе трудовой деятельности среди операторов таких показателей, как УР с $1,20 \pm 0,20$ усл. ед. до $1,30 \pm 0,15$ усл. ед. ($p \geq 0,05$) и УФВ с $2,47 \pm 0,18$ усл. ед. до $2,52 \pm 0,11$ усл. ед. ($p \leq 0,05$).

У машинистов установлена иная картина изменения функционального состояния центральной нервной системы в зависимости от трудового стажа и характеризова-

лось увеличением латентного периода зрительно-моторной реакции в ответ на рабочий сигнал с $0,28 \pm 0,01$ мс у малостажированных до $0,31 \pm 0,01$ мс у высокостажированных рабочих ($p \leq 0,05$), на фоне достоверного снижения УР с $1,42 \pm 0,31$ усл. ед. до $0,98 \pm 0,17$ усл. ед. ($p \leq 0,05$); и УФВ, соответственно, с $2,71 \pm 0,20$ ед. до $2,22 \pm 0,19$ усл. ед. ($p \leq 0,05$). Установленное ухудшение функционального состояния центральной нервной системы у машинистов с увеличением трудового стажа, вероятно, связано с неблагоприятным влиянием на организм рабочих таких ведущих факторов производственной среды, как нейротоксические химические вещества и производственный шум, которые при сочетании могут вызывать перенапряжение тормозных процессов в коре больших полушарий, снижая функциональные возможности центральной нервной системы [8–10].

С увеличением трудового стажа у операторов выявлена активизация симпатического тонуса вегетативной нервной системы, о чем свидетельствует снижение SDNN с $0,054 \pm 0,005$ с до $0,031 \pm 0,007$ с ($p \leq 0,05$) и увеличение АМо с $44,6 \pm 3,34\%$ до $64,5 \pm 2,21\%$ ($p \leq 0,05$). Причем, АМо у рабочих с трудовым стажем от 6 лет и больше была выше физиологических норм на 21,9% у среднестажированных

операторов и на 46,9% у высокостажированных операторов и составила $53,5 \pm 5,14\%$ и $64,5 \pm 2,21\%$ при нормируемых значениях этого показателя в пределах 42,1–43,9% [1].

У машинистов в отличие от операторов с увеличением трудового стажа вегетативная регуляция кардиоритмом смещалась в сторону парасимпатических влияний, что подтверждается увеличением ΔX с $0,235 \pm 0,043$ с у малостажированных машинистов до $0,275 \pm 0,055$ с у высокостажированных машинистов ($p \leq 0,05$). При этом отмечалось одновременное снижение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы у высокостажированных рабочих относительно данных малостажированных рабочих. SDNN с увеличением трудового стажа достоверно увеличивался с $0,045 \pm 0,001$ с до $0,053 \pm 0,002$ с ($p \leq 0,05$); а Мо достоверно снижалась с $0,828 \pm 0,029$ с до $0,738 \pm 0,025$ с ($p \leq 0,05$), (табл. 2).

Подтверждением выявленного вегетативного баланса у рабочих исследуемых профессий являлась и установленная динамика изменения индекса вегетативного равновесия, который у высокостажированных операторов достоверно увеличился в 2,5 раза и составил $426,7 \pm 3,26$ усл. ед. при $171,5 \pm 4,12$ ед. у малостажированных рабочих ($p \leq 0,05$); тогда как у высокостажированных машинистов, напротив, этот

Таблица 1 / Table 1

Показатели функционального состояния центральной нервной системы у рабочих нефтехимического предприятия основных профессий в зависимости от трудового стажа

Indicators of the functional state of the Central nervous system in workers of the petrochemical enterprise of the main professions, depending on the length of service

Показатель	Операторы, трудовой стаж			Машинисты, трудовой стаж		
	≤5 лет	6–10 лет	≥11 лет	≤5 лет	6–10 лет	≥11 лет
Время латентной простоя зрительно-моторной реакции, с	$0,31 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,01^*$	$0,28 \pm 0,01^*$	$0,28 \pm 0,01^{**}$	$0,29 \pm 0,01^*$	$0,31 \pm 0,01^{***}$
Функциональный уровень нервной системы, усл. ед. (ФУС)	$2,62 \pm 0,25$	$2,61 \pm 0,29$	$2,63 \pm 0,31$	$2,50 \pm 0,15$	$2,60 \pm 0,08$	$2,51 \pm 0,07$
Устойчивость нервной реакции, ед. (УР)	$1,20 \pm 0,20$	$1,40 \pm 0,25$	$1,30 \pm 0,15$	$1,42 \pm 0,13$	$1,25 \pm 0,18$	$0,98 \pm 0,17^{***}$
Уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы, усл. ед. (УФВ)	$2,47 \pm 0,18$	$2,67 \pm 0,17$	$2,52 \pm 0,11$	$2,71 \pm 0,20$	$2,5 \pm 0,20$	$2,22 \pm 0,19^*$

Примечания: * — $p \leq 0,05$ при сравнении с данными малостажированных рабочих; ** — $p \leq 0,05$ при сравнении данных машинистов и операторов одной стажевой группы

Notes: * — $p \leq 0,05$ when compared with data from low-skilled workers; ** — $p \leq 0,05$ when compared with data from drivers and operators of the same trainee group

Таблица 2 / Table 2

Статистические показатели вариабельности сердечного ритма у рабочих нефтехимического предприятия основных профессий в зависимости от трудового стажа

Statistical indicators of heart rate variability in workers of the petrochemical enterprise of the main professions depending on the length of service

Показатель	Операторы, трудовой стаж			Машинисты, трудовой стаж		
	≤5 лет	6–10 лет	≥11 лет	≤5 лет	6–10 лет	≥11 лет
Математическое ожидание (М), с	$0,812 \pm 0,028$	$0,778 \pm 0,023$	$0,809 \pm 0,020$	$0,832 \pm 0,026$	$0,881 \pm 0,020$	$0,858 \pm 0,022$
Среднеквадратическое отклонение (SDNN), с	$0,054 \pm 0,005$	$0,038 \pm 0,003^*$	$0,031 \pm 0,007^*$	$0,045 \pm 0,001$	$0,061 \pm 0,003^{**}$	$0,053 \pm 0,002^{***}$
Мода распределения (Мо), с	$0,810 \pm 0,031$	$0,770 \pm 0,025$	$0,820 \pm 0,028$	$0,828 \pm 0,029$	$0,818 \pm 0,027^{**}$	$0,738 \pm 0,025^{***}$
Амплитуда моды (АМо), %	$44,6 \pm 3,34$	$53,5 \pm 5,14^*$	$64,5 \pm 2,21^*$	$52,9 \pm 3,79^{**}$	$38,9 \pm 3,55^{***}$	$53,9 \pm 6,81^{***}$
Вариационный размах (ΔX), с	$0,268 \pm 0,021$	$0,192 \pm 0,023^*$	$0,151 \pm 0,017^*$	$0,235 \pm 0,043$	$0,293 \pm 0,086^{**}$	$0,275 \pm 0,055^{**}$

Примечания: * — $p \leq 0,05$ при сравнении с данными малостажированных рабочих; ** — $p \leq 0,05$ при сравнении данных машинистов и операторов одной стажевой группы

Notes: * — $p \leq 0,05$ when compared with data from low-skilled workers; ** — $p \leq 0,05$ when compared with data from drivers and operators of the same trainee group.

показатель относительно малостажированных машинистов снижался в 1,3 раза с $250,4 \pm 3,87$ усл. ед. до $196,1 \pm 1,39$ усл. ед. ($p \leq 0,05$).

Важной характеристикой вегетативной регуляции физиологическими функциями является оценка активности центрального и автономного контуров регуляции. Интеграция и гармоничная координация двух уровней ритмогенеза обеспечивает надежность и функциональное совершенство регуляторных систем физиологических функций [1,7,11].

У операторов с увеличением трудового стажа отмечена дезорганизация в межсистемных вегетативных влияниях автономного и центрального контура регуляции физиологическими функциями. Это подтверждается увеличением в 1,4 раза у высокостажированных операторов относительно данных малостажированных операторов показателя адекватности процессов регуляции, который отражает недостаточность централизации в вегетативной регуляции, и увеличение вегетативного показателя регуляции в 1,7 раза, свидетельствующего о снижении активности автономного контура регуляции. У машинистов, напротив, при увеличении трудового стажа установлено снижение активности центрального контура регуляции, что подтверждается незначительным увеличением ПАПР от $65,3 \pm 2,15$ усл. ед. до $73,1 \pm 1,05$ усл. ед. ($p \geq 0,05$), на фоне усиления автономного контура регуляции, о чем свидетельствует снижение ВПР с $5,81 \pm 0,05$ до $4,91 \pm 0,03$ усл. ед. ($p \leq 0,05$).

Рассогласованность регуляторных процессов привела к истощению функциональных резервов и снижению адаптационных возможностей у высокостажированных операторов. Анализ данных свидетельствует о том, что индекс напряжения регуляторных систем достоверно увеличивался у высокостажированных операторов до $525,4 \pm 1,17$ усл. ед. при данных $203,2 \pm 79,9$ ед. у низкостажированных операторов ($p \leq 0,05$).

У машинистов индекс напряжения регуляторных систем был практически на одном уровне и составлял у малостажированных рабочих $177,2 \pm 32,6$ усл. ед. при данных $197,4 \pm 58,5$ усл. ед. у высокостажированных рабочих этой профессиональной группы ($p \geq 0,05$). В связи с этим, при увеличении трудового стажа среди операторов практиче-

ски в 2,5 раза увеличилось число рабочих с неудовлетворительным уровнем адаптации, тогда как среди машинистов удельный вес лиц с таким уровнем биологической адаптации практически не изменился и составлял от 5,8% среди высокостажированных машинистов до 8,3 % среди малостажированных машинистов (табл. 3).

У большинства рабочих во всех стажевых группах установлено напряжение механизмов адаптации, удельный вес которых составил среди операторов и машинистов 37,1% и 25,0% в группе малостажированных рабочих; 36,8% и 81,7% в группе среднестажированных рабочих и 31,4% и 29,4% в группе высокостажированных рабочих.

Функционирование организма в режиме напряжения свидетельствует о становлении адаптационной системы к факторам, воздействующим на организм рабочих, при этом реализуются не самые эффективные и экономные механизмы регуляции [1,7], что в целом может отражаться на общей работоспособности организма рабочего. По всей вероятности, это и объясняет тот факт, что большинство рабочих основных профессий нефтехимического предприятия имели работоспособность на уровне нижней границы нормы (табл. 4), т. е. у рабочих при этом состоянии наблюдалось снижение скорости выполнения простых задач в пределах 10–20%. Увеличивалось время выполнения задания и количество допускаемых ошибок. Сложные элементы деятельности при этом выполнялись в полном объеме и без ошибок, но снижались косвенные психофизиологические показатели операторской деятельности, которые относятся к простым элементам — увеличение на 10% простой зрительно-моторной реакции с одновременным увеличением ее дисперсии на 25%, что свидетельствует о снижении внимания [4].

Незначительно сниженный уровень работоспособности был зарегистрирован у 56,5% операторов и у 70% машинистов среди малостажированных рабочих; среди 35,5% и 49,9% среднестажированных рабочих и среди 57,8% и 40% высокостажированных рабочих, соответственно. Среди операторов установлена тенденция к увеличению удельного веса рабочих с нормальным уровнем работоспособности с 8,7% среди малостажированных до 21,1% среди высокостажированных рабочих, что связано с тренированностью

Таблица 3 / Table 3

Распределение рабочих нефтехимического предприятия в зависимости от уровня биологической адаптации, %
Distribution of petrochemical plant workers depending on the level of biological adaptation, %

Уровень биологической адаптации	Операторы, трудовой стаж			Машинисты, трудовой стаж		
	≤5 лет	6–10 лет	≥11 лет	≤5 лет	6–10 лет	≥11 лет
Удовлетворительный	28,6	36,8	27,4	–	11,1	1,0
Напряжение	37,1	36,8	31,4	25	81,7	29,4
Неудовлетворительный	5,7	21,0	13,8	8,3	7,2	5,8
Срыв	28,6	5,4	27,4	66,7	–	23,4

Таблица 4 / Table 4

Распределение рабочих нефтехимического предприятия основных профессий в зависимости от уровня работоспособности, %
Distribution of workers of the petrochemical enterprise of the main professions depending on the level of efficiency, %

Уровень работоспособности	Операторы, трудовой стаж			Машинисты, трудовой стаж		
	≤5 лет	6–10 лет	≥11 лет	≤5 лет	6–10 лет	≥11 лет
Нормальный	8,7	16,1	21,1	10	16,7	6,7
Незначительно сниженный	56,5	35,5	57,8	70	49,9	40
Сниженный	34,8	41,9	21,1	20	33,4	46,6
Существенно сниженный	–	6,5	–	–	–	6,7

нервных процессов и развитию долгосрочной адаптации на фоне выработки профессиональной надежности.

Выводы:

1. С увеличением трудового стажа у операторов нефтехимического предприятия изменились показатели функционального состояния организма, о чем свидетельствует уменьшение времени простой зрительно-моторной реакции в 1,5 раза, увеличение показателей симпатической активности вегетативной нервной системы в 1,7 раза, а также увеличение в 1,4 раза показателя адекватности процессов регуляции на фоне повышения в 1,7 раза вегетативного показателя ритма, характеризующих усиление дезорганизации в межсистемных взаимодействиях центрального и автономного контура регуляции физиологическими функциями.

2. У машинистов с увеличением трудового стажа отмечалось увеличение показателей парасимпатической активности вегетативной нервной системы в 1,3 раза, а также увеличение вегетативного показателя регуляции в 1,2 раза, что свидетельствует об усилении автономного контура регуляции физиологическими функциями.

3. У рабочих основных профессий нефтехимического предприятия с увеличением трудового стажа отмечалось развитие долгосрочной адаптации на фоне выработки профессиональной надежности, что подтверждается снижением в 1,5–2 раза числа рабочих с неудовлетворительным уровнем адаптации и увеличением в 1,5 раза операторов и машинистов с нормальным уровнем работоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин А.В. и др. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации. *Вестник аритмологии*. 2001; 24: 65–87.
2. Сетко Н.П., Сетко А.Г., Назмеев М.А., Лутошкина А.С. Методические подходы к оценке функционального состояния органов и систем работающих при прогнозировании индивидуального профессионального риска. *Охрана труда и техника безопасности в учреждениях здравоохранения*. 2012; 1: 33–7.
3. Мовергоз С.В., Сетко Н.П., Булычева Е.В. Оценка профессиональных рисков здоровью операторов нефтехимического производства и их физиолого-гигиеническая обусловленность. *Гигиена и санитария*. 2016; 10 (95): 1002–7.
4. Мороз М.П. Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека. М.П. Мороз. СПб.: ИМА-ТОН; 2001.
5. Игишева А.Н., Галеев А.Р. Комплекс ORTO-expert как компонент здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях. *Методическое руководство*. Кемерово; 2003.
6. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. *Прикладная медицинская статистика: учеб. пособие*. СПб.: Фолиант; 2006.
7. Покровский В.М. *Формирование ритма сердца в организме человека и животных*. Краснодар: Изд-во «Кубань-Книга»; 2007.
8. Картапольцева Н.В. Общие закономерности поражения центральной и периферической нервной системы при действии

физических факторов (локальной вибрации и шума) на организм работающих. *Acta Biomedica Scientifica*. 2012; 2–1: 40–4.

9. Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А., Крылова А. А. Влияние шума на психофизиологические параметры и работоспособность организма человека. *Вестник НВГУ*. 2015; 1: 87–93.

10. Решетников М.М., Баранов Ю.А., Мухин А.П., Чермякин С.В. Психофизиологические аспекты состояния, поведения и деятельности людей в очагах стихийных бедствий и катастроф. *Военно-медицинский журнал*. 1991; 9: 11–6.

11. Яхно Н.Н., Штульман Д.Р., Мельничук П.В. и др. *Болезни нервной системы. руководство для врачей*. М.: Медицина; 1995.

REFERENCES

1. Baevsky R.M., Ivanov G.G., Chireikin L.V. et al. Analysis of heart rate variability with the use of various electrocardiographic systems: methodical recommendations. *Vestnik aritmologii*. 2001; 24: 65–87 (in Russian).
2. Setko N.P., Setko A.G., Nasmiev M.A., Lutoshkina A.S. Methodical approaches to the assessment of the functional state of organs and systems working in predicting individual occupational. *Okhrana truda i tekhnika bezopasnosti v uchrezhdeniyakh zdavoookhraneniya*. 2012; 1: 33–7 (in Russian).
3. Movergoz S.V., Setko N.P., Bulychева E.V. Assessment of occupational health risks of petrochemical operators and their physiological and hygienic conditionality. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 10 (95): 1002–7 (in Russian).
4. Moroz M.P. *Express diagnostics of the working capacity and functional state of a person*. M.P. Moroz. SPb.: IMATON; 2001 (in Russian).
5. Igisheva L.N., Galeev A.R. *Complex ORTO-expert as a component of health-saving technologies in educational institutions. Methodical guidance*. Kemerovo; 2003 (in Russian).
6. Zaitsev V.M., Lifyandsky V.G., Marinkin V.I. *Applied Medical Statistics: Textbook*. Benefit. St. Petersburg: Foliant; 2006.
7. Pokrovsky V.M. *Formation of the rhythm of the heart in the human body and animals*. Krasnodar: Publishing house "Kuban-Kniga"; 2007 (in Russian).
8. Kartapol'tseva N.V. The general laws of the lesion of the central and peripheral nervous system under the action of physical factors (local vibration and noise) on the working organism. *Acta Biomedica Scientifica*. 2012; 2–1: 40–4 (in Russian).
9. Pogonysheva I.A., Pogonyshchev D.A., Krylova A.A. The influence of noise on psychophysiological parameters and the capacity of the human body. *Vestnik NVNGU*. 2015; 1: 87–93 (in Russian).
10. Reshetnikov M.M., Baranov Yu.A., Mukhin A.P., Chermiyakin S.V. Psychophysiological aspects of the state, behavior and activity of people in the outbreaks of natural disasters and catastrophes. *Voенно-meditsinskij zhurnal*. 1991; 9: 11–6 (in Russian).
11. Yakhno N.N., Shtulman D.R., Melnichuk P.V. et al. *Diseases of the nervous system. a guide for doctors*. M.: Meditsina; 1995 (in Russian).

Дата поступления / Received: 18.04.2018

Дата принятия к печати / Accepted: 19.12.2019

Дата публикации / Published: 24.01.2020