

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (ФГБНУ «НИИ МТ»)

при поддержке
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации. Свидетельство о регистрации № 0110362 от 2 марта 1993 г.

Журнал входит в рекомендуемый ВАК перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования.

Адрес редакции:

105275, Москва,
пр-т Будённого, 31,
ФГБНУ «НИИ МТ», комн. 274,
редакция журнала
«Медицина труда и промышленная экология»
Тел. +7 (495) 366-11-10.
E-mail: zumimtp@yandex.ru
Сайт редакции:
<http://journal-irioh.ru>
Зав. редакцией А.В.Серебренникова

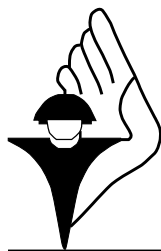
Подписной индекс по каталогу «Роспечать»:

71430 — для индивидуальных подписчиков;
71431 — для предприятий и организаций.

Подписка на электронную версию журнала через:
www.elibrary.ru

Подписано в печать 16.11.2018.
Формат издания 60x84 1/8.
Объем 8 п.л. Печать офсетная.

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Амирит»,
410004, г. Саратов,
ул. Чернышевского, 88
E-mail: zakaz@amirit.ru
Сайт: amirit.ru
Заказ



МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

ISSN 1026-9428 (print)
ISSN 2618-8945 (online)

№ 12, 2018

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Основан в 1957 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
БУХТИЯРОВ И.В.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

Заместитель главного редактора
ПРОКОПЕНКО Л.В.

д-р мед. наук, проф., Москва

Ответственный секретарь журнала

КИРЬЯКОВ В.А.

д-р мед. наук, проф., г. Мытищи,
Московская обл.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

АТЬКОВ О.Ю.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

БЕЛЯЕВ Е.Н.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

БОНИТЕНКО Е.Ю.

д-р мед. наук, проф., Москва

БУШМАНОВ А.Ю.

д-р мед. наук, проф., Москва

БЫКОВ И.Ю.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

ГОЛОВКОВА Н.П.

д-р мед. наук, Москва

ИЗМЕРОВА Н.И.

д-р мед. наук, проф., Москва

КАПЦОВ В.А.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

КОСЯЧЕНКО Г.Е.

д-р мед. наук, доцент, Минск

КУЗЬМИНА Л.П.

д-р биол. наук, проф., Москва

ПАЛЬЦЕВ Ю.П.

д-р мед. наук, проф., Москва

ПОПОВА А.Ю.

д-р мед. наук, проф., Москва

ПОТЕРЯЕВА Е.Л.

д-р мед. наук, проф., академик РАЕН,
Новосибирск

РЫЖОВ А.Я.

д-р биол. наук, проф., Тверь

СИДОРОВ К.К.

д-р мед. наук, Москва

СТРИЖАКОВ Л.А.

д-р мед. наук, Москва

ТИХОНОВА Г.И.

д-р биол. наук, Москва

УШАКОВ И.Б.

д-р мед. наук, проф., академик РАН, Москва

ФИЛИМОНОВ С.Н.

д-р мед. наук, проф., Новокузнецк

ЭГЛИТЕ М.Э.

д-р медицины, хабилитированный доктор
медицины, проф., Рига, Латвия

ЭФЕНДИЕВ Э.Н.

доцент, Баку, Азербайджан

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

АМИРОВ Н.Х.

д-р мед. наук, проф., академик РАН, Казань,
Татарстан

БАКИРОВ А.Б.

д-р мед. наук, проф., академик АН РБ, Уфа,
Башкортостан

ГУРВИЧ В.Б.

д-р мед. наук, проф., Екатеринбург

ДАНИЛОВ А.Н.

д-р мед. наук, доцент, Саратов

КАСЫМОВ О.Т.

д-р мед. наук, проф., академик РАЕН,
Бишкек, Киргизия

КОЛОСИО К.

канд. мед. наук, доцент, Милан, Италия

МАЛЮТИНА Н.Н.

д-р мед. наук, проф., Пермь

МЕЛЬЦЕР А.В.

д-р мед. наук, проф., Санкт-Петербург

МИЛУШКИНА О.Ю.

д-р мед. наук, доцент, Москва

НИУ Ш.

д-р, Женева, Швейцария

ПАУНОВИЧ Э.

независимый эксперт, Белград, Сербия

ПОПОВ В.И.

д-р мед. наук, проф., Воронеж

РАХМАНОВ Р.С.

д-р мед. наук, проф., Нижний-Новгород

РУКАВИШНИКОВ В.С.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Ангарск

ТКАЧЕВА Т.А.

д-р мед. наук, Москва

ФИЛИМОНОВ С.Н.

д-р мед. наук, проф., Новокузнецк

ШПАГИНА Л.А.

д-р мед. наук, проф., академик РАЕН,
Новосибирск

ЭЛЬГАРОВ А.А.

д-р мед. наук, проф., академик РАЕН, Нальчик,
Кабардино-Балкария

FOUNDER OF THE JOURNAL

Federal State Budgetary Scientific
Institution Izmerov Research
Institute of Occupational Health
(FSBSI RIOH)

With the support
of the Federal service
for supervision of consumer rights
protection and human welfare
(Rospotrebnadzor)

Journal was registered in Russian
Federal Ministry for press
and information.

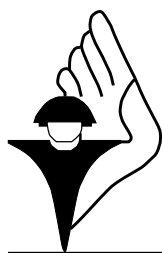
Registration certificate 0110362
on 2nd March 1993.

The Journal is included into a list
recommended by Russian Certification
Board and covering scientific and
scientific technological periodicals
published in Russian Federation. This
list contains main results of dissertations
for PhD and Doctor of Science degrees.
The Journal is included into Russian
index of scientific quotation.

Editorial office address:

editorial board of the journal «Russian
Journal of Occupational Health
and Industrial Ecology»,
room 274, 31, Prospect Budennogo,
Moscow, Russian Federation, 105275,
FSBSI RIOH
Tel. +7 (495) 366-11-10.
E-mail: zurniimtpe@yandex.ru
<http://journal-irioh.ru>

Subscription to the electronic version
of the journal: www.elibrary.ru

**MEDITSINA TRUDA****i PROMYSHLENNAYA EKOLOGIYA**

Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology

ISSN 1026-9428 (print)

ISSN 2618-8945 (online)

12, 2018

MONTHLY SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

founded in 1957

EDITORIAL BOARD**Editor-in-chief**

BUKHTIYAROV I.V.

MD, PhD, DSc, Prof., RAS Corresponding
Member, Moscow, Russia

Deputy Editor-in-chief

PROKOPENKO L.V.

MD, PhD, DSc, Prof., Moscow, Russia

Executive secretary of journal

KIR'YAKOV V.A.

MD, PhD, DSc, Prof., Mytishi, Russia

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD

AT'KOV O.Yu.

MD, PhD, DSc, Prof., RAS Corresponding Member,
Moscow, Russia

BELIAEV E.N.

MD, PhD, DSc, Prof., RAS Corresponding Member,
Moscow, Russia

BONITENKO E.Yu.

MD, PhD, DSc, Prof., Moscow, Russia

BUSHMANOV A.Yu.

MD, PhD, DSc, Prof., Moscow, Russia

BYKOV I.Yu.

MD, PhD, DSc, Prof., RAS Corresponding Member,
Moscow, Russia

GOLOVKOVA N.P.

MD, PhD, DSc, Moscow, Russia

IZMEROVA N.I.

MD, PhD, DSc, Prof., Moscow, Russia

KAPTSOV V.A.

MD, PhD, DSc, Prof., RAS Corresponding Member,
Moscow, Russia

KOSYACHENKO G.E.

MD, PhD, DSc, Associate Professor, Minsk, Belarus
Dr. Sci. Biol., Prof., Moscow, Russia

KUZMINA L.P.

MD, PhD, DSc, Prof., Moscow, Russia

PAL'TSEV Yu.P.

MD, PhD, DSc, Prof., Moscow, Russia

POPOVA A.Yu.

MD, PhD, DSc, Prof., Moscow, Russia

POTERYAEVA E.L.

MD, PhD, DSc, Prof., Academician of Russian
Academy of Natural Sciences, Novosibirsk, Russia

RYZHOV A.Ya.

Dr. Sci. Biol., Prof., Tver', Russia

SIDOROV K.K.

MD, PhD, DSc, Moscow, Russia

STRIZHAKOV L.A.

MD, PhD, DSc, Moscow, Russia

TIKHONOVA G.I.

Dr. Sci. Biol., Moscow, Russia

USHAKOV I.B.

MD, PhD, DSc, Prof., Academician of RAS, Moscow, Russia

FILIMONOV S.M.

MD, PhD, DSc, Prof., Novokuznetsk, Russia

EGLITE M.E.

MD, PhD, DSc, Prof., Dr. med. Habil, Riga, Latvia

EFENDIYEV E.N.

Associate Professor, Baku, Azerbaijan

EDITORIAL COUNCIL

AMIROV N.Kh.

MD, PhD, DSc, Prof., Academician of RAS, Kazan',
Russia

BAKIROV A.B.

MD, PhD, DSc, Prof., Academician of Academy of
Sciences of the Republic Bashkortostan, Ufa, Russia

GURVICH V.B.

MD, PhD, DSc, Prof., Ekaterinburg, Russia

DANILOV A.N.

MD, PhD, DSc, Associate Professor, Saratov, Russia

KASYMOV O.T.

MD, PhD, DSc, Prof., Academician of Russian
Academy of Natural Sciences, Bishkek, Russia

COLOSIO C.

MD, PhD, Associate Professor, Milan, Italy

MALYUTINA N.N.

MD, PhD, DSc, Prof., Perm', Russia

MEL'TSER A.V.

MD, PhD, DSc, Prof., St. Petersburg, Russia

MILUSHKINA A.Yu.

MD, PhD, DSc, Associate Professor, Moscow, Russia

NIU Sh.

MD, Geneva, Switzerland

PAUNOVIC E.

independent expert, Belgrade, Serbia

POPOV V.I.

MD, PhD, DSc, Prof., Voronezh, Russia

RAKHMANOV R.S.

MD, PhD, DSc, Prof., Nizhny Novgorod, Russia

RUKAVISHNIKOV V.S.

MD, PhD, DSc, Prof., RAS Corresponding Member,
Angarsk, Russia

TKACHEVA T.A.

MD, PhD, DSc, Moscow, Russia

SHPAGINA L.A.

MD, PhD, DSc, Prof., Academician of European
Academy of Natural Sciences, Novosibirsk, Russia

EL'GAROV A.A.

MD, PhD, DSc, Prof., Academician of European
Academy of Natural Sciences, Nal'chik, Russia

Содержание

Contents

Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Белая О.В. Прогностическая модель биологической оценки эквивалентных уровней воздействий электромагнитных полей радиочастотного диапазона

Rubtsova N.B., Perov S.Yu., Belaya O.V. Predictive model of biological equivalent radiofrequency electromagnetic field exposure assessment

Кузьмина Л.П., Хотулева А.Г. Метаболический синдром при профессиональных заболеваниях органов дыхания

Kuzmina L.P., Khotuleva A.G. Metabolic syndrome in occupational respiratory diseases

Васильева О.С., Кузьмина Л.П., Коляскина М.М. Профессиональная бронхиальная астма от воздействия аэрозолей поливинилхлорида: фенотипы заболевания

Vasilyeva O.S., Kuzmina L.P., Kolyaskina M.M. Occupational bronchial asthma caused by exposure to polyvinyl chloride: phenotypes of the disease

Кику П.Ф., Жовнерчук Е.В., Мельникова И.П., Измерова Н.И., Сабирова К.М. Особенности психофизиологической адаптации курсантов в процессе профессионального освоения морских специальностей

Kiku P.F., Zhovnerchuk E.V., Melnikova I.P., Izmerova N.I., Sabirova K.M. Peculiarities of psychophysiological adaptation of marine cadets during professional training in marine specialties

Бухтияров И.В., Головкова Н.П., Хелковский – Сергеев Н.А., Котова Н.И. Современные проблемы медицины труда в промышленном рыболовстве России

Bukhtiyarov I.V., Golovkova N.P., Helkowski – Sergeev N.A., Kotova N.I. Modern problems in occupational medicine of fishing industry in Russia

ДИСКУССИИ

DISCUSSIONS

Прокopenko Л.В., Лагутина А.В. Оценка биологического фактора на рабочих местах: вопросы и предложения

Prokopenko L.V., Lagutina A.V. Evaluating biologic factor at workplaces: questions and suggestions

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

FOR THE PRACTICAL MEDICINE

Рахманов Б.Н., Кезик В.И., Кибовский В.Т., Пономарев В.М. Определение предельно допустимых уровней при одновременном воздействии на глаза и кожу лазерного излучения с различными длинами волн

Rakhmanov B.N., Kezik V.I., Kibovsky V.T., Ponomarev V.M. Assessing maximal allowable levels for simultaneous skin and eyes exposure to laser irradiation of various wavelengths

Ковалева А.С., Бухтияров И.В., Серова Н.С., Бурмистрова Т.Б. Компьютерная томография в диагностике силикоза

Kovaleva A.S., Bukhtiyarov I.V., Serova N.S., Burmistrova T.B. Computed tomography in diagnosis of silicosis

Савилов Е.Д., Шугаева С.Н., Морева А.Ю., Макаров О.А. Влияние условий труда на клинико-эпидемиологические проявления туберкулеза у работников уранодобывающего предприятия

Savilov E.D., Shugaeva S.N., Moreva A.Yu., Makarov O.A. Influence of work conditions on clinical and epidemiologic manifestations of tuberculosis in uranium extraction enterprise workers

Герегей А.М., Малахова И.С., Моисеев Ю.Б., Иванов И.В., Глухов Д.В. Современные методы физиолого-гигиенической и эргономической оценки средств индивидуальной защиты

Geregey A.M., Malakhova I.S., Moiseev Yu.B., Ivanov I.V., Glukhov D.V. Modern methods of physiological, hygienic and ergonomic evaluation of individual protective means

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

REVIEW OF LITERATURE

Степанян И.В. Эргономические качества графических пользовательских интерфейсов: состояние и эволюция

Stepanyan I.V. Ergonomic qualities of graphic user interfaces (GUI): state and evolution

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

BRIEF REPORTS

Бухтияров И.В., Морозова Т.В., Походзей Л.В. Новые подходы к профессиональной подготовке в области медицины труда

Bukhtiyarov I.V., Morozova T.V., Pokhodzey L.V. New approaches to professional training in occupational medicine

Горохова С. Г., Атьков О.Ю., Сериков В.В., Мурасеева Е.В., Пфаф В.Ф. Бимодальный хронотип у работающих с ночными сменами

Gorokhova S.G., Atkov O.Yu., Serikov V.V., Muraseeva E.V., Pfaf V.F. Bimodal chronotype in night-shift workers

ЮБИЛЕЙ

JUBILEE

Юрий Юрьевич Горблянский (к 60-летию со дня рождения)

Yuri Yurevich Gorblyansky (to the 60th birthday)

УДК 614.875

Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Белая О.В.

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ УРОВНЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

Введение. Актуализация вопросов корректной оценки воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ) на организм человека в ближней зоне источника и совершенствования методов контроля определили необходимость разработки прогностической модели, обеспечивающей сопоставление различных условий воздействия с точки зрения их биологической эквивалентности.

Цель исследования — разработка прогностической модели, позволяющей проводить сопоставление различных условий облучения ЭМП РЧ биологических объектов с точки зрения их эквивалентности по отдельным биологическим эффектам.

Материалы и методы. Рассматривалась задача оценки эквивалентной экспозиции ЭМП РЧ лабораторных крыс и человека в условиях ближней и дальней зоны источника. Для ее решения предложено использовать совокупность критериев, включающих в себя как величины поглощения энергии в облученных объектах, так и время экспозиции, и позволяющих учитывать особенности видовой чувствительности организма человека и животных к данному фактору.

Результаты исследований. Представлены соотношения для расчета эквивалентных уровней интенсивности ЭМП РЧ для конкретного биологического объекта в ближней и дальней зонах. Даны соотношения для расчета уровней ЭМП в величинах плотности потока энергии (ППЭ) и энергетической экспозиции для условий облучения человека, эквивалентных экспериментальным условиям экспозиции крысы.

Обсуждение. Разработанная модель может использоваться при сопоставлении экспериментальных условий облучения в ближней зоне источника с величинами ППЭ, нормируемыми для зоны сформированной электромагнитной волны, что наиболее важно для диапазона частот >300 МГц, а также при интерпретации биологических эффектов ЭМП, полученных в экспериментах на животных, для оценки условий экспозиции человека. Так обеспечивается биологически обоснованный подход к контролю интенсивности ЭМП РЧ на любом удалении от источника и сопоставление уровней напряженности поля с ППЭ в зоне сформированной электромагнитной волны.

Выводы. Предложенная модель учитывает физические закономерности поглощения энергии в различных объектах и различия в видовой чувствительности организмов к воздействию фактора; обеспечивает возможность прогнозирования критически важных уровней облучения для отдельных органов и систем человека, в том числе с учетом времени действия фактора.

Ключевые слова: электромагнитное поле; биологические эффекты; радиочастотный диапазон; модель; эквивалентные условия

Для цитирования: Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Белая О.В. Прогностическая модель биологической оценки эквивалентных уровней воздействий электромагнитных полей радиочастотного диапазона. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 4–8. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-4-8>

Для корреспонденции: Белая Ольга Викторовна, мл. научный сотр. НИИ МТ. E-mail: ogabelaya@gmail.com

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Nina B. Rubtsova, Sergey Yu. Perov, Olga V. Belaya

PREDICTIVE MODEL OF BIOLOGICAL EQUIVALENT RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD EXPOSURE ASSESSMENT

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Introduction. The issues of radiofrequency electromagnetic field in near field human body exposure correct assessment and control methods improvement actualization determined the need to develop a predictive model that provides different exposure conditions in terms of their biological equivalence comparison.

Materials and methods. The problem of laboratory rats and humans equivalent EMF exposure assessment in near and far fields was considered. It is proposed to use a set of criteria that include both the power absorption in the irradiated objects values and the exposure time, allowing to take into account the peculiarities of human body and animals species sensitivity to this factor to solve this problem.

Results. Relations for RF EMF equivalent levels values calculation for concrete biological object in near and far fields are presented. There are presented the ratio to calculate EMF levels in terms of power density and energy exposure to case of human body exposure that is equivalent to experimental conditions of rats exposure.

Discussion. The developed model can be used to compare the experimental conditions of exposure in the near field with PD values for far field (formed electromagnetic wave), which is most important for >300 MHz frequencies, as well as for the interpretation of EMF biological effects obtained in animal experiments to human exposure conditions assess. This provides a biologically based approach to control RF EMF intensity at any distance from the source and the comparison of the field strength levels with the PD values in the zone of the formed electromagnetic wave.

Conclusion. The proposed model takes into account the physical patterns of energy absorption in different objects and differences of organisms species sensitivity to factor exposure; provides the ability to predict critical levels of irradiation for different human body organs and systems, taking into account the time of the factor exposure too.

Keywords: *electromagnetic field; biological effects; radiofrequency; model; equivalent exposure*

For citation: Rubtsova N.B., Perov S.Yu., Belaya O.V. Predictive model of biological equivalent radiofrequency electromagnetic field exposure assessment. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 4–8. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-4-8>

For correspondence: Olga V. Belaya, junior researcher, IRIOH. E-mail: ogabelaya@gmail.com

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ) являются одним из ведущих физических факторов современной среды обитания и профессиональной деятельности человека, что обусловлено расширением области применения электромагнитной энергии и, как следствие, увеличением разнообразия источников ЭМП РЧ, их режимов работы и условий использования, особенно вблизи тела человека.

Корректная оценка воздействия ЭМП РЧ на организм человека в условиях ближней зоны источника является важным вопросом обеспечения электромагнитной безопасности на современном этапе, прежде всего в связи с активным внедрением носимых передающих радиотехнических средств и необходимостью совершенствования подходов и методов контроля фактора, учитывающих различные варианты облучения.

Действующие отечественные гигиенические нормативы [1,2] производственных воздействий регламентируют уровни экспозиции ЭМП РЧ по интенсивности внешнего падающего ЭМП и продолжительности воздействия. Уровень интенсивности ЭМП в диапазоне частот выше 300 МГц нормируется только по величине ППЭ, характеризующей облучение в зоне сформированного поля, без учета возможности воздействия в ближней зоне. Однако физические особенности формирования электромагнитной волны и структуры ЭМП РЧ в ближней зоне источника определяют необходимость оценки интенсивности внешнего поля по напряженности электрического и магнитного полей, так как величина ППЭ адекватно характеризует уровень экспозиции лишь в дальней зоне (зоне сформированной волны). Регламентация времени воздействия ЭМП РЧ является одним из методов защиты персонала и реализуется на основе параметра энергетической экспозиции, допускающего уменьшение времени нахождения человека при увеличении интенсивности внешнего воздействия до максимально допустимых уровней. Стоит отметить, что действующие в Российской Федерации гигиенические нормативы производственных воздействий ЭМП РЧ не предусматривают нормирование параметров поглощения энергии в биологическом объекте в отличие от международных стандартов безопасности и рекомендаций [3–5]. Согласно этому принципу, в качестве основного количественного показателя оценки поглощения энергии ЭМП РЧ используется дозиметрическая величина удельной поглощенной мощности (УПМ), характеризующая количество поглощенной электромагнитной энергии в расчете на единицу объема (массы) тела, выражаемое в Вт/кг. Несмотря на сложность оценки УПМ в гетерогенных структурах и невозможность ее определения в реальных биологических объектах, применение этого подхода обеспечивает возможную оценку условий экспозиции биологического объекта, в т.ч. человека, ЭМП РЧ в ближней зоне источника излучения.

Расчет и анализ распределения величины УПМ в облученном объекте позволяет установить количественные взаимосвязи между внешним падающим ЭМП и характером поглощения энергии в биологическом объекте, что играет ключевую роль в оценке и интерпретации регистри-

руемых биологических эффектов [6–9]. Поскольку в гигиенической практике изучение биологического действия ЭМП направлено, в первую очередь, на оценку характера и степени опасности воздействия фактора на человека, то особо актуальной является задача экстраполяции экспериментальных данных с животных на человека, которая к настоящему времени не получила достаточной разработки и окончательного решения. В ряде работ [6–8,10–13] отмечается особая важность и перспективность использования данных дозиметрических исследований при решении вопросов переноса результатов исследований эффектов ЭМП, полученных в эксперименте на лабораторных животных, на человека, в том числе и количественного сопоставления пороговых уровней облучения. Предложенные подходы основаны на учете не только особенностей и различий частотных характеристик поглощения энергии ЭМП животными различных видов [7,14], но и различий в скорости проявления реакций на воздействие фактора, а также на разработке представлений об биологически эквивалентных временах для различных видов млекопитающих [13,15–17].

Представляется перспективным для совершенствования принципов контроля уровней ЭМП, в том числе и в ближней зоне источника, использовать в комплексе критерии поглощения энергии и биологически эквивалентного времени воздействия при сопоставлении уровней воздействия не только для различных биологических объектов, но и для различных условий экспозиции.

Цель исследования — разработка прогностической модели, позволяющей проводить сопоставление различных условий облучения ЭМП РЧ биологических объектов с точки зрения их эквивалентности по отдельным биологическим эффектам.

Материалы и методы. При разработке прогностической модели изучалась возможность оценки эквивалентной экспозиции ЭМП РЧ лабораторных крыс и человека в условиях ближней и дальней зоны источника. Сложность заключается в необходимости сопоставления исходных условий экспозиции в ближней зоне источника с величинами ППЭ, нормируемыми для зоны сформированной электромагнитной волны, а также в интерпретации биологических эффектов, полученных в эксперименте на животных, в целях оценки условий экспозиции человека. Предполагается, что воздействие ЭМП осуществляется на одной частоте для всех оцениваемых условий и биологических объектов.

Исходными данными для разработки модели послужили следующие величины:

- 1) $ППЭ_{оп}$ — опорный уровень ППЭ в дальней зоне, с которым сопоставляются исходные экспериментальные условия облучения (ближняя зона), мкВт/см², величина принята условно;
- 2) $УПМ_{БЗ}^{кр}$ — величина УПМ в теле крысы при облучении в экспериментальных условиях (ближняя зона), Вт/кг, расчетная величина;
- 3) $УПМ_{БЗ}^{чел}$ — величина УПМ в теле крысы при облучении в дальней зоне, Вт/кг, расчетная величина;
- 4) $УКР_{БЗ}^{чел}$ — величина УПМ в теле человека при облучении в дальней зоне, Вт/кг, расчетная величина;

5) $УП^*_{БЗ}$ — величина УПМ в теле человека при облучении в ближней зоне, Вт/кг, расчетная величина;

6) $t_{кр}$ — время воздействия фактора на крысу в эксперименте, сутки;

Разрабатываемая модель должна обеспечить оценку следующих величин:

1) $ППЭ^*_{кр}$ — уровень ППЭ, эквивалентный исходным экспериментальным условиям облучения крысы в ближней зоне, мкВт/см², прогнозируемая величина;

2) $ППЭ^{*кв}$ — уровень облучения человека в величинах ППЭ, эквивалентный исходным экспериментальным условиям облучения крыс в ближней зоне, мкВт/см², прогнозируемая величина;

3) $ЭЭ_ч$ — энергетическая экспозиция для человека, эквивалентная исходным экспериментальным условиям облучения крыс в ближней зоне, прогнозируемая величина.

Для решения обозначенной задачи представляется целесообразным оценивать эквивалентность воздействий ЭМП РЧ, исходя из равенства величины УПМ в облученных объектах, которое обеспечивается подбором интенсивности внешнего воздействия, а также с учетом критерия времени экспозиции, позволяющим учитывать особенности видовой чувствительности организма человека и животных к данному фактору. Для определения времени воздействия фактора на человека ($t_ч$), эквивалентного по биологическому эффекту времени воздействия на крысу, использовалось соотношение [13]:

$$lg_ч = 0,47 + 1,18 \times t_{кр} \quad (1)$$

где $t_ч$ — время воздействия фактора на человека, сутки; $t_{кр}$ — время воздействия фактора на животное, сутки.

Разработка прогностической модели проводилась на основе следующих принципов оценки эквивалентности воздействий ЭМП РЧ на различные биологические объекты:

1) условия облучения данного объекта (животного или человека) ЭМП РЧ в ближней и дальней зонах источника можно считать биологически эквивалентными, если они вызывают в объекте УПМ одинаковой величины и действуют в течение одинакового времени, что позволяет перенести биологический эффект, наблюдаемый у облучаемого объекта в ближней зоне, на условия облучения в дальней зоне.

2) условия облучения животного можно считать биологически эквивалентными для человека по конкретному биологическому эффекту, если они обеспечивают такую же величину УПМ в течение биологически эквивалентного времени облучения.

Для обоснования эквивалентности условий экспозиции животных и человека целесообразно сопоставлять средние значения УПМ для всего объекта; также допускается оценка УПМ для отдельных органов и систем организма по соответствующим биологическим показателям, оцениваемым в эксперименте.

Результаты исследований. Сравнительный анализ величин поглощения электромагнитной энергии в условиях ближней и дальней зон для животного и человека позволяет определить интенсивность облучения в условиях дальней зоны, эквивалентную условиям экспозиции в ближней зоне. Подбор уровней интенсивности внешнего ЭМП в ближней и дальней зонах осуществляется по одинаковым УПМ для конкретного объекта через коэффициент перехода между ближней и дальней зонами $K_{БЗ-ДЗ}$, который рассчитывается по формуле:

$$K_{БЗ-ДЗ} = УПМ_{ДЗ} / УПМ_{БЗ} \quad (2)$$

Тогда величина ППЭ в дальней зоне, которой соответствуют исходные условия облучения крыс в ближней зоне, определяется по следующей формуле:

$$ППЭ^*_{кр} = ППЭ_{опор} \times (1/K_{БЗ-ДЗ}), \quad (3)$$

Аналогично по ф-ле 2 определяется величина ППЭ в дальней зоне, которой соответствует исходный уровень облучения человека в ближней зоне.

В прогностической модели для определения условий облучения человека, которые будут эквивалентны экспериментальным условиям облучения животных по исследуемому биологическому эффекту, предполагалось выполнение следующих условий: в теле и отдельных органах и системах крысы и человека образуются УПМ равной величины, а эквивалентные по УПМ условия облучения крыс и человека действуют в течение биологически эквивалентного времени.

Условие эквивалентности экспозиции крысы и человека по равенству УПМ выражается соотношением:

$$УПМ^*_{ч} = УПМ^*_{кр} = УПМ^{кр}_{БЗ} \quad (4)$$

где $УПМ^*_{ч}$ — УПМ в теле человека, эквивалентная условиям облучения животных; $УПМ^*_{кр} = УПМ^{кр}_{БЗ}$ УПМ в теле крысы при облучении в экспериментальных условиях (ближняя зона).

Из равенства (4) следует, что при известном уровне экспозиции животного в эксперименте независимо от условий ближней или дальней зоны источника можно оценить величину УПМ, эквивалентную для человека.

Расчет уровней интенсивности облучения человека в величинах ППЭ, эквивалентных экспериментальным условиям экспозиции крысы по УПМ, определяется по формуле:

$$ППЭ^*_{экс} = ППЭ_{опор} \times (УПМ^{кр}_{БЗ} / УПМ^*_{БЗ}). \quad (5)$$

Расчет энергетической экспозиции для условий облучения человека, эквивалентных экспериментальным условиям облучения крыс, проводился с учетом эквивалентного времени, определяемого из соотношения (1), и эквивалентного уровня интенсивности, рассчитанного по ф-ле (5):

$$ЭЭ_ч = ППЭ^*_{экс} \times t_{эч} = ППЭ_{опор} \times (УПМ^{кр}_{БЗ} / УПМ^*_{БЗ}) \times t_{эч}. \quad (6)$$

Обсуждение. Предложенная прогностическая модель оценки эквивалентности условий экспозиции ЭМП РЧ направлена на прогнозирование у человека потенциально возможного биологического эффекта и определение соответствующих уровней экспозиции, в том числе и в ближней зоне источника. В ее основе использованы энергетический и временной критерии эквивалентности воздействия фактора. Энергетический подход к подбору эквивалентных условий облучения различных биологических объектов основан на обеспечении требуемой величины УПМ и может быть реализован экстраполяцией по частоте или по интенсивности ЭМП [7]. Использование критерия эквивалентности времени экспозиции позволяет учитывать особенности биологического действия фактора, прежде всего, связанные с различиями в видовой чувствительности организмов к воздействию ЭМП [7]. Время является важным условием развития ответной реакции организма на действие фактора, в том числе и в оценке кумулятивного действия, оно также служит одним из контролируемых показателей экспозиции для условий производственных воздействий.

Характер биологического действия ЭМП обусловлен, в первую очередь, поглощенной в тканях частью электро-

магнитной энергии [6-9]. Поэтому дозиметрические параметры воздействия ЭМП РЧ, отражающие физические закономерности поглощения электромагнитной энергии, являются необходимым критерием в оценке эквивалентности условий облучения, что позволяет проводить сравнение условий облучения различной интенсивности. Кроме того, параметр УПМ, который определяется как теоретически, так и экспериментально, позволяет использовать его при оценке экспозиции в условиях и ближней, и дальней зоны, что делает его универсальным показателем оценки экспозиции для любых условий облучений ЭМП РЧ. Такое положение позволяет проводить сравнительный анализ биологической значимости условий экспозиции в ближней и дальней зонах источника ЭМП на основе параметра УПМ. Сравнительный анализ характера поглощения электромагнитной энергии в условия ближней и дальней зон для животного и человека на основе предложенного подхода позволяет определить интенсивность облучения в дальней зоне, эквивалентную условиям облучения в ближней зоне для каждого биологического объекта.

Одной из особенностей разработанной модели является возможность количественного перехода между уровнями экспозиции в ближней и дальней зоне источника ЭМП РЧ на основе критериев их биологической эквивалентности. Таким образом, обеспечивается биологически обоснованный подход контроля интенсивности ЭМП РЧ на любом удалении от источника и сопоставление уровней напряженности поля с нормируемыми величинами ППЭ в зоне сформированной электромагнитной волны. Это решение важно, прежде всего, для источников ЭМП в диапазоне частот выше 300 МГц, значительная часть которых определяет условия экспозиции человека в ближней зоне, но нормируется только по величине ППЭ.

В тоже время рассмотренная модель не является совершенной, так как не учитывает частотно зависимый характер поглощения ЭМП РЧ в условиях широкополосного излучения, а также не позволяет более детально рассмотреть особенности структуры поглощения электромагнитной энергии внутри тела животных и человека.

Выводы:

1. Совершенствование методов контроля степени воздействия ЭМП РЧ на человека возможно на основе использования комплекса критериев эквивалентности условий экспозиции, главными из которых являются критерий эквивалентности поглощения энергии и критерий биологически эквивалентного времени воздействия фактора. Такой подход позволяет сопоставлять условия ближней и дальней зоны источника с единых позиций биологической значимости как для животных, так и для человека.

2. Разработанная прогностическая модель позволяет проводить сопоставление условий облучения как животных, так и человека ЭМП РЧ в дальней и ближней зоне источника, учитывая эквивалентность биологического эффекта.

3. Предложенная модель позволяет осуществлять экстраполяцию экспериментальных данных с животных на человека, что особенно важно в рамках изучения биологического действия ЭМП, в том числе в целях обоснования, коррекции и гармонизации ПДУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES пп. 3–5, 14)

1. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ №81 от 21.06.2016.

2. СанПиН 2.1.82/2.4.1190–03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи. М.: ФЦГСЭН Минздрава России; 2003.

6. Савин Б.М. Проблема гигиенического нормирования электромагнитных излучений радиочастот на современном этапе. В кн.: *Методологические вопросы гигиенического нормирования электромагнитных излучений радиочастотного диапазона*. М.: НИИ ГТЦПЗ АМН СССР; 1979: 12–42.

7. Штемлер В.М., Колесников С.В. Особенности взаимодействия электромагнитных полей с биообъектами. В кн.: *Итоги науки и техники. Физиология человека и животных. Т. 22. Биологическое действие электромагнитных излучений*. М.: ВНИИ-ТИ; 1978: 9–67.

8. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. *Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения*. М.: ФИЗМАТЛИТ; 2008.

9. Кузнецов А.Н. *Биофизика электромагнитных воздействий: (Основы дозиметрии)*. М.: Энергоатомиздат; 1994.

10. Никонова К.В., Савин Б.М. Гигиеническое обоснование подходов к нормированию. В кн.: *Методологические вопросы гигиенического нормирования электромагнитных излучений радиочастотного диапазона*. М.: НИИ ГТЦПЗ АМН СССР; 1979: 43–59.

11. Карпов В.Н., Галкин А.А., Давыдов Б.И. Некоторые аспекты дозиметрии при изучении биологического действия неионизирующего электромагнитного излучения. *Космическая биология и авиакосмическая медицина*. 1984; 18(2): 7–22.

12. Дерни К.Х. Модели человека и животных применительно к электромагнитной дозиметрии: Обзор аналитических и численных методов. *ТИИЭР*. 1980; 68(1): 31–9.

13. Тяжелова В.Г., Тяжелов В.В., Акоев И.Г. Проблема определения эквивалентных интенсивностей хронических электромагнитных облучений человека и лабораторных животных. *Известия Академии наук СССР. Серия биологическая*. 1984; 3: 418–27.

15. Давыдов Б.И., Тихончук В.С., Антипов В.В. *Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений*. М.: Энергоатомиздат; 1984.

16. Тяжелова В.Г. Фактор времени при определении эквивалентных условий облучения человека и лабораторных животных. *Радиобиология*. 1981; 21(5): 791–5.

17. Думанский Ю.Д., Иванов Д.С., Карачев И.И. Проблема гигиенического нормирования электромагнитного поля с учетом видовых особенностей организма и времени действия фактора. *Гигиена и сан.* 1986; 12: 15–7.

REFERENCES

1. SanPiN 2.2.4.3359–16. Sanitary and epidemiological requirements for physical factors in the workplace. Utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF № 81 ot 21.06.2016 (in Russian).

2. SanPiN 2.1.82/2.4.1190–03. Hygienic requirements for the placement and operation of land mobile radio communications. Moscow: FCzGSE'N Minzdrava Rossii; 2003 (in Russian).

3. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). *Health physics*. 1998; 74(4): 494–522.

4. IEC 62209–2 ed. 1. Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices — Human models, instrumentation, and procedures — Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz). Geneva, International Electrotechnical Commission; 2010.

5. IEEE 1528–2013. IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques. New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.; 2013.
6. Savin B.M. The problem of hygienic regulation of electromagnetic radiation of radio frequencies at the present stage. V kn.: *Methodological issues of hygienic regulation of electromagnetic radiation in the radio frequency range*. Moscow: NII GTiPZ AMN SSSR; 1979: 12–42 (in Russian).
7. Shtemler V.M., Kolesnikov S.V. Features of the interaction of electromagnetic fields with bioobjects. V kn.: *Results of science and technology. Human and animal physiology. T. 22. Biological effect of electromagnetic radiation*. Moscow: VINITI; 1978: 9–67 (in Russian).
8. Kudryashov Yu.B., Perov Yu.F., Rubin A.B. *Radiation Biophysics: Radio Frequency and Microwave Electromagnetic Radiation*. Moscow: FIZMATLIT; 2008 (in Russian).
9. Kuznecov A.N. *Biophysics of electromagnetic effects: (Basics of dosimetry)*. Moscow: E'nergoatomizdat; 1994 (in Russian).
10. Nikonova K.V., Savin B.M. Hygienic substantiation of approaches to rationing. In: *Methodological issues of hygienic regulation of electromagnetic radiation in the radio frequency range*. Moscow: NII GTiPZ AMN SSSR; 1979: 43–59 (in Russian).
11. Karpov V.N., Galkin A.A., Davy'dov B.I. Some aspects of dosimetry in the study of the biological effects of non-ionizing electromagnetic radiation. *Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya medicina*. 1984; 18(2): 7–22 (in Russian).
12. Derni K.X. Human and Animal Models Applied to Electromagnetic Dosimetry: A Review of Analytical and Numerical Methods. *TIIE' R*. 1980; 68(1): 31–9 (in Russian).
13. Tyazhelova V.G., Tyazhelov V.V., Akoev I.G. The problem of determining its equivalent intensity of chronic electromagnetic radiation of humans and laboratory animals. *Izvestiya Akademii nauk SSSR. Seriya biologicheskaya*. 1984; 3: 418–27 (in Russian).
14. Durney C.H., Massoudi H., Iskander M.F. *Radiofrequency Radiation Dosimetry Handbook*, 4th Edition (Report TR-85-73). Brooks Air Force Base, TX: USAF School of Aerospace Medicine; 1986. Available at: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a180678.pdf>
15. Davy'dov B.I., Tixonchuk B.C., Antipov V.V. Biological effect, rationing and protection from electromagnetic radiation. Moscow: E'nergoatomizdat; 1984 (in Russian).
16. Tyazhelova V.G. The time factor in determining its equivalent radiation conditions for humans and laboratory animals. *Radiobiologiya*. 1981; 21(5): 791–5 (in Russian).
17. Dumanskij Yu.D., Ivanov D.S., Karachev I.I. The problem of hygienic regulation of the electromagnetic field, taking into account the specific features of the organism and the time of action of the factor. *Gigiena i san.* 1986; 12: 15–7 (in Russian).

Поступила 14.11.2018

УДК 616–057:616.24:616–056.52

Кузьмина Л.П.^{1,2}, Хотулева А.Г.^{1,2}

МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ ПРИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991

Введение. Метаболический синдром (МС) в настоящее время рассматривается как междисциплинарная медицинская проблема, что обусловлено широкой его распространенностью и взаимосвязью с развитием сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета (СД) 2 типа. Представляет интерес изучение сочетания МС и бронхолегочных заболеваний в связи с общностью патогенетических механизмов.

Цель — оценить актуальность изучения МС у больных профессиональными заболеваниями (ПЗ) органов дыхания и возможность использования молекулярно-генетических и биохимических показателей для оценки риска развития сочетания профессиональной бронхолегочной патологии и метаболических нарушений.

Материалы и методы. Проанализированы результаты общеклинического обследования 257 пациентов с профессиональной бронхолегочной патологией. У пациентов с профессиональной бронхиальной астмой (ПБА) дополнительно определяли уровень лептина в сыворотке крови и полиморфизмы генов системы регуляции воспалительного процесса (интерлейкины–4, 6, 10, фактор некроза опухоли-α, С-реактивный белок (СРБ), рецептор лептина).

Результаты и обсуждение. МС выявлен у 58,7% больных ПБА, у 44,1% лиц с профессиональным хроническим бронхитом, у 48,6% лиц с профессиональной хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и у 38,7% больных пневмокониозом (ПК). Выявлена ассоциация компонентов МС с показателями функции внешнего дыхания. Подтверждена роль полиморфизмов Gln223Arg гена рецептора лептина и C3872T гена СРБ в развитии лептинорезистентности. Выявлено, что генотип CC (C174G) гена ИЛ–6 повышает риск развития МС в 2,5 раза (OR=2,507, 95% CI=1,045–6,017), наличие трех и более полиморфизмов генов цитокинов повышает необходимость использования системных глюкокортикостероидов для контроля ПБА в 2,4 раза (OR=2,449, 95% CI=1,127–5,324).

Выводы: Мероприятия, направленные на профилактику развития метаболических нарушений у работающих в контакте с промышленным аэрозолями, являются в то же время и мерами по снижению риска развития бронхолегочной патологии и мерами профилактики прогрессирования имеющихся заболеваний. Использование информативных клинико-лабораторных

маркеров позволит оптимизировать лечебно-профилактические мероприятия с учетом индивидуальных особенностей организма.

Ключевые слова: профессиональные заболевания; бронхолегочная патология; метаболический синдром; ожирение; профилактика; биомаркеры; оценка риска; генетический полиморфизм

Для цитирования: Кузьмина Л.П., Хотулева А.Г. Метаболический синдром при профессиональных заболеваниях органов дыхания. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 8–13. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-8-13>

Для корреспонденции: Хотулева Анастасия Григорьевна, ст. науч. сотр. лаб. медико-биологич. иссл. клиники ФГБНУ «НИИ МТ», преп. каф. мед. труда, авиац., космич. и водолазн. медицины ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России. E-mail: hotuleva_an@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Lyudmila P. Kuzmina^{1,2}, Anastasia G. Khotuleva^{1,2}

METABOLIC SYNDROME IN OCCUPATIONAL RESPIRATORY DISEASES

¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/1, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

Introduction. Metabolic syndrome (MS) is currently considered as an interdisciplinary medical problem, which is due to its wide prevalence and interrelation with the development of cardiovascular diseases and type 2 diabetes. It is of interest to study the combination of MS and respiratory diseases due to their common pathogenetic mechanisms.

Objective is to assess an importance of studying MS in patients with occupational respiratory diseases and a possibility of using laboratory parameters as risk markers for developing occupational respiratory diseases and metabolic syndrome combination.

Materials and methods. The results of examination of 257 patients with occupational bronchopulmonary pathology were analyzed. Additional tests in patients with occupational asthma (OA) included levels of serum leptin and polymorphisms of inflammatory process regulation genes (interleukins–4, 6, 10, tumor necrosis factor- α , C-reactive protein (CRP), leptin receptor).

Study results and discussion. MS was detected in 58.7% of patients with occupational bronchial asthma (OA), in 44.1% of patients with occupational chronic bronchitis, in 48.6% of patients with occupational COPD, and in 38.7% of patients with pneumoconiosis. MS components appeared to be associated with respiratory function parameters. Role of Gln223Arg polymorphisms of leptin receptor gene and C3872T of CRP gene in development of leptin resistance has been confirmed. Findings are that genotype CC (C174G) of IL–6 gene gets 2.5-fold increase of MS development risk (OR=2.507, 95% CI=1.045–6.017), the presence of three or more cytokine gene polymorphisms 2.4 times increases the need to use systemic steroids to control OA (OR=2.449, 95% CI=1.127–5.324).

Conclusion. Measures aimed to prevent the development of metabolic disorders in workers exposed to industrial aerosol are at the same time measures to reduce the risk of developing respiratory diseases and to prevent progression of existing diseases. Using informative laboratory markers can optimize treatment and preventive measures, taking into account the individual characteristics of the organism.

Key words: occupational diseases; lung diseases; metabolic syndrome; obesity; prevention; biomarkers; risk assessment; genetic polymorphism

For citation: Kuzmina L.P., Khotuleva A.G. Metabolic syndrome in occupational respiratory diseases. *Med. truda i prom. ecol.* 2018. 12: 8–13. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-8-13>

For correspondence: Anastasia G. Khotuleva, senior researcher of Laboratory of Medical and Biological Research of Clinic, IRIOH; lecturer, Department of Occupational Medicine, Aviation, Space and Diving Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. E-mail: hotuleva_an@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Распространенность МС, представляющего собой комплекс патогенетически взаимосвязанных обменных нарушений — абдоминальное ожирение, повышение артериального давления, инсулинорезистентность (ИР), дислипидемия, по данным ряда крупных эпидемиологических исследований составляет от 20 до 45% [1]. Выделение МС в отдельную патологию имеет большое клиническое значение, поскольку, с одной стороны, это состояние является обратимым, то есть при соответствующей терапии можно добиться уменьшения выраженности основных его проявлений, с другой — наличие МС выступает в качестве основной причины высокого кардиометаболического риска, объединяющего риски сердечно-сосудистых заболеваний и СД 2 типа, являющихся основными причинами повышенной смертности населения индустриально развитых стран.

Всемирная организация здравоохранения рассматривает ожирение, главный компонент МС, как неинфекцион-

ную эпидемию XXI века. По данным ВОЗ, более 1,5 млрд людей в мире страдают избыточным весом, что приводит к более тяжелому течению хронических бронхолегочных заболеваний и является важным фактором риска прогрессирования СД, артериальной гипертензии (АГ), дислипидемии. При этом даже незначительный избыток массы тела запускает метаболические нарушения в организме.

В России более 60% населения имеет избыточную массу тела, а около 26% страдает ожирением [2]. Избыточной массой тела и ожирением обусловлено 44% случаев СД 2 типа, 23% случаев ишемической болезни сердца и от 7 до 41% случаев некоторых видов рака [3]. Риск этих неинфекционных заболеваний повышается с увеличением индекса массы тела (ИМТ). При развитии МС наблюдается 5-кратное увеличение риска СД 2 типа и 2-кратное повышение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний в течение последующих 5–10 лет. Кроме того, у пациентов с МС в 2–4

раза увеличивается риск инсульта, в 3–4 раза — инфаркта миокарда, в 2 раза повышается риск смерти от этих заболеваний по сравнению с пациентами без МС вне зависимости от анамнеза сердечно-сосудистых событий [4].

Получены данные о том, что ожирение, являющееся главным компонентом МС, можно рассматривать как потенциальный фактор риска развития некоторых профессиональных и производственно-обусловленных патологий: профессиональной астмы, вибрационной болезни, скелетно-мышечных заболеваний, сердечно-сосудистой патологии и др. [5]. Установлено, что ожирение может модифицировать формирование иммунного ответа на воздействие производственных аллергенов [5]. При исследовании развития астмы у некоторых профессиональных групп было показано, что повышенная масса тела является независимым прогностическим фактором риска развития ПБА среди парикмахеров [6].

Кроме традиционных компонентов МС в его составе изучается патология бронхолегочной системы, которая представлена синдромом обструктивного апноэ сна, гиповентиляционным синдромом, гиперреактивностью бронхов, пневмонией, легочной гипертензией [7]. Абдоминальное отложение жира влияет на функцию дыхательной системы посредством механических факторов и нарушения обменных процессов вследствие ожирения [8]. В литературе достаточно широко освещен вопрос о нарушении функции внешнего дыхания при абдоминальном ожирении [9,10] даже при отсутствии бронхолегочных заболеваний.

В последнее время все больше внимания уделяется взаимодействию метаболических нарушений и бронхолегочных заболеваний, так как МС и СД с одной стороны, нарушению бронхиальной проходимости и снижение легочной функции с другой могут взаимно потенцировать друг друга [11,12]. Проблема коморбидной патологии является актуальной в связи с широкой ее распространенностью, в среднем среди пациентов составляя 78,6% [13]. Коморбидность утяжеляет состояние больного, ухудшает прогноз, приводит к полипрагмазии, увеличивает сроки госпитализации и расходы на лечение, способствует инвалидизации, препятствует проведению реабилитационных мероприятий [14,15]. При этом, несмотря на постоянное совершенствование технологических процессов, у работников современных отраслей промышленности сохраняется высокий риск развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний органов дыхания, что требует оптимизации патогенетически обоснованной системы профилактических мероприятий.

Цель исследования — оценить актуальность изучения МС у больных ПЗ органов дыхания и возможность использования молекулярно-генетических и биохимических показателей для оценки риска развития сочетания профессиональной бронхолегочной патологии и метаболических нарушений.

Материалы и методы. Проанализированы результаты общеклинического обследования 257 пациентов клиники

ФГБНУ «НИИ МТ» (124 женщины и 133 мужчины) в возрасте $55,7 \pm 9,3$ года (от 32 до 69 лет) с установленным диагнозом ПЗ органов дыхания, среди которых были выделены группы больных с ПБА, с профессиональным хроническим бронхитом (ХБ), с ХОБЛ и с пневмококоном (ПК).

Обследованные больные ПБА представлены различными профессиональными группами, среди которых присутствовали работники строительной отрасли (24,5%), в основном маляры-штукатуры, сварщики (14,8%), работники металлургической промышленности (14,2%), медицинские и фармацевтические работники (11,6%) и другие. Профессиональный состав обследованных с профессиональными ХБ и ХОБЛ в основном представлен работниками литейных цехов (39,4%), горнорабочими (29,6%) и сварщиками (18,3%). Группа больных ПК представлена работниками литейных цехов (45,2%), горнорабочими (22,6%) и работниками стекольного производства (22,6%).

Биохимические показатели состояния углеводного (глюкоза) и липидного (общий холестерин, триглицериды, ЛПВП (липопротеины высокой плотности), ЛПНП (липопротеины низкой плотности)) обменов определяли на автоматическом биохимическом анализаторе Konelab 30i (Thermo Fisher Scientific, Финляндия).

Группе пациентов с ПБА проведены дополнительные лабораторные исследования. Уровень инсулина определялся в сыворотке крови методом твердофазного иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов Monobind (США); проводился подсчет индекса НОМА-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance) по формуле: Индекс НОМА-IR = (Инсулин натошак $\times$ глюкоза натошак) / 22,5.

В сыворотке крови методом твердофазного иммуноферментного анализа определялись уровень СРБ как маркера системного воспаления (наборы ООО «ХЕМА», Россия) и уровень лептина (наборы Diagnostics Biochem, Канада) для оценки секреторной активности жировой ткани.

Для выявления факторов индивидуального риска развития и тяжелого течения коморбидности ПБА и МС проведено исследование полиморфизмов генов системы регуляции воспалительного процесса, которые могут определять генетическую предрасположенность как к развитию ПБА, так и МС (табл. 1). Для исследования полиморфизмов генов ИЛ-6 и СРБ использовался метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) с электрофоретической детекцией продуктов амплификации, для полиморфизмов генов ИЛ-4, ИЛ-10, ФНО- α — метод ПЦР «в режиме реального времени» с флуоресцентной детекцией накопления продуктов амплификации, применялись наборы реагентов ООО НПФ «Литех».

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы Statistica 13.2. Применялись параметрические и непараметрические методы. Анализ различий между группами по качественным

Таблица 1

Проведенные молекулярно-генетические исследования Molecular genetic studies performed

Ген	Полиморфизм	Влияние на ПБА	Влияние на МС
Интерлейкин 4 (ИЛ-4)	C589T	Регуляция иммунного и воспалительного ответа	
Интерлейкин 6 (ИЛ-6)	C174G		
Интерлейкин 10 (ИЛ-10)	G1082A		
Фактор некроза опухоли альфа (TNF-а)	G308A		
СРБ	C3872T	Регуляция воспалительного процесса	
Рецептор лептина (LEPR)	Gln223Arg	Провоспалительное действие	Ожирение, гиперинсулинемия



Рисунок. Структура метаболического синдрома по клиническим формам у обследованных больных
Figure. Structure of metabolic syndrome by clinical types in the patients examined

Примечания: АО — абдоминальное ожирение, АГ — артериальная гипертензия, ДЛП — дислипидемия, НУО — нарушения углеводного обмена.

признакам проводился с использованием критерия хи-квадрат, связь между фактором риска и исходом оценивалась по показателю отношения шансов (OR), рассчитанному с 95%-ным доверительным интервалом (CI).

Результаты и обсуждение. МС, определяемый по критериям Международной федерации диабета (IDF, 2005 г.), выявлен у 58,7% больных ПБА, у 44,1% лиц с профессиональным ХБ, у 48,6% лиц с профессиональной ХОБЛ и у 38,7% больных ПК. При этом достоверно чаще (в 81,6% случаев) МС встречается в группе больных ПБА строительных профессий, что может быть обусловлено спецификой воздействующих факторов и свидетельствует о высоком риске развития коморбидности ПБА и МС в данной профессиональной группе. В исследовании Байдиной С.В. и соавторов [16] показано, что профессиональное воздействие ароматических углеводородов увеличивает риск развития МС — этиологический вклад бензола и толуола в развитие МС составляет 4,62%. Таким образом, воздействие бензола и толуола может способствовать развитию МС и у работающих в строительстве (маляры, штукатурки и др.) в связи с их контактом с растворителями.

При исследовании структуры МС у обследованных лиц выявлена высокая частота четырехкомпонентного МС, ассоциированного с более тяжелым течением бронхолегочной патологии: при ПБА — в 40,7% случаев, при профессиональных ХБ и ХОБЛ — в 33,3%, при ПК — в 16,7% (рис.).

При анализе корреляционных взаимосвязей компонентов МС с функциональными показателями при ПБА показано, что наиболее выраженную ассоциацию со снижением объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) имеет повышение уровня глюкозы ($r = -0,428$, $p < 0,001$), также корреляционные взаимосвязи выявлены и с уровнем гиперхолестеринемии (коэффициент корреляции ОФВ1 с уровнем холестерина $r = -0,217$, $p < 0,01$), что подтверждает ассоциацию метаболических нарушений углеводного и липидного обмена с более тяжелым течением ПБА. При этом обращает на себя внимание то, что корреляция ОФВ1 с уровнем глюкозы наиболее выражена при сочетании ПБА с МС, а корреляция ОФВ1 с уровнем холестерина — при ПБА без МС.

При профессиональном ХБ наиболее сильные корреляции с показателями функции внешнего дыхания, характеризующими степень нарушений бронхиальной проходимости, имеет показатель ИМТ (корреляция с ОФВ1 $r = -0,464$, $p < 0,05$), а при ПК — уровень гликемии (корреляция с ОФВ1 $r = -0,374$, $p < 0,05$).

При сочетании ПБА и МС тяжелое течение ПБА диагностируется в 2,25 раза чаще ($OR = 2,254$, $95\% CI = 1,028 - 4,941$). Также в группе с ПБА и МС в 2,6 раза выше риск развития дыхательной недостаточности 2–3 степени ($OR = 2,640$, $95\% CI = 1,348 - 5,171$). Это подтверждает данные о том, что наличие МС усугубляет течение БА, при этом в связи с наличием общих патогенетических механизмов МС можно рассматривать и как фактор риска развития профессиональной бронхолегочной патологии, и как коморбидную патологию, отягощающую течение уже имеющегося заболевания легких.

Учитывая наличие ассоциации ожирения и нарушений углеводного обмена с более тяжелым течением профессиональной бронхолегочной патологии, в медицине труда представляется актуальным использование современных маркеров метаболической активности жировой ткани, имеющих значение как в формировании метаболических нарушений, так и в развитии и прогрессировании заболеваний легких.

Одним из гормонов жировой ткани, обладающих провоспалительным действием, является лептин. При ПБА выявлена гиперлептинемия [17], что может иметь клиническое значение, так как лептин может участвовать в патогенезе ПБА как благодаря его прямому действию на эпителий бронхов, что приводит к гиперреактивности бронхов, так и способности потенцировать воспаление дыхательных путей в связи с его провоспалительным действием.

Анализ полученных результатов исследования лептина у больных ПБА показал, что уровень лептина коррелирует с индексом ИР вне зависимости от ИМТ (табл. 2), в связи с чем повышение уровня лептина является информативным показателем ИР, одного из основных патогенетических механизмов МС. При этом выявлено, что повышение уровня лептина предшествует развитию ИР. В ряде исследований показано, что гиперлептинемия может индуцировать ИР [18], в связи с чем можно заключить, что высокий уровень лептина является фактором риска развития и предиктором ИР. Также обнаружена ассоциация повышения уровня лептина с более тяжелым течением ПБА независимо от нали-

Таблица 2

Корреляция маркеров метаболического синдрома с HOMA-IR у больных ПБА в зависимости от наличия ожирения
Correlation of metabolic syndrome markers with HOMA-IR in occupational bronchial asthma patients in dependence on obesity

Группа	Коэффициент корреляции с ИМТ	Коэффициент корреляции с лептином
Все больные ПБА	0,472*	0,623*
с нормальной массой тела	0,007	0,548**
с избыточной массой тела	0,030	0,343**
с ожирением	0,194	0,407***

Примечания: * — $p < 0,01$; ** — $p < 0,001$; *** — $p < 0,05$.

чия МС, в связи с чем лептин может использоваться для оценки провоспалительной активности жировой ткани с целью прогноза риска развития СД 2 типа и более тяжелого течения ПБА.

При этом развитие лептинорезистентности и гиперлептинемии может быть генетически детерминировано. Полиморфизм гена рецептора лептина приводит к лептинорезистентности, что является фактором риска развития ожирения [19]. На примере обследования пациентов с ПБА показано, что наличие генотипа Gln/Gln гена рецептора лептина повышает риск развития ожирения у женщин в 2,9 раза ($OR=2,932$, 95% $CI=1,031-8,334$).

Показано, что генотип TT (C3872T) CRP ассоциирован с более высоким уровнем лептина: у женщин с генотипом TT CRP достоверно выше уровень лептина — 64,4 (51,8; 132,1) нг/мл, чем у женщин с генотипами CC и CT — 39,0 (24,1; 88,0) нг/мл, что согласуется с исследованиями, подтверждающими наличие молекулярных механизмов взаимосвязи CRP и лептина [20] и подчеркивает информативность исследования лептина в качестве воспалительного маркера.

Нарушение про- и противовоспалительного статуса тесно связано не только с поддержанием местного воспалительного процесса в стенке бронхов, но и с изменениями общей иммунологической реактивности, развитием метаболических нарушений (ожирение, МС, СД 2 типа) и другими клиническими проявлениями, в связи с чем генетический полиморфизм системы регуляции воспалительного процесса может иметь значение в развитии коморбидности профессиональной бронхолегочной патологии и МС.

Генетическое тестирование в досимптоматический период дает возможность оптимизировать оценку риска развития заболевания и разработать меры профилактики с учетом индивидуальных особенностей организма. При этом, учитывая феномен плейотропии генов, т. е. способность одного гена влиять на несколько фенотипических признаков, определенный маркер может исследоваться для оценки риска развития широкого круга патологий.

Решающая роль в развитии воспалительной реакции бронхов принадлежит цитокиновой системе. Показано, что аллель С гена ИЛ-6 является фактором риска развития коморбидности ПБА и МС [17]. Так, генотип CC гена ИЛ-6 (полиморфизм C174G) повышает риск развития МС в 2,5 раза ($OR=2,507$, 95% $CI=1,045-6,017$), СД 2 типа — в 2,9 раза ($OR=2,867$, 95% $CI=1,191-6,9$), при этом также показана ассоциация данного полиморфизма с более тяжелым течением ПБА.

Выявлена ассоциация наличия аллели Т полиморфизма C589T гена интерлейкина-4 с активизацией аллергического ответа при развитии ПБА, в связи с чем исследование данного полиморфного варианта наиболее информативно у работающих в контакте с веществами сенсибилизирующего действия. Также показано наличие ассоциации этого полиморфизма с гипергликемией и гиперхолестеринемией, что подтверждает данные об участии ИЛ-4 в патогенезе нарушений углеводного и липидного обменов [21,22].

При исследовании полиморфизмов G1082A гена интерлейкина-10 и G308A гена фактора некроза опухоли-альфа выявлено наличие ассоциации этих полиморфизмов с более тяжелым течением ПБА, но не с компонентами МС, в связи с чем данные маркеры можно использовать для прогнозирования тяжести течения ПБА, но не для оценки риска развития коморбидности ПБА и МС.

При исследовании ассоциации сочетания нескольких полиморфизмов генов про- и противовоспалительных ци-

токинов с клиническими особенностями ПБА показано, что наличие трех и более полиморфизмов генов цитокинов повышает необходимость использования системных глюкокортикостероидов (СГКС) для контроля ПБА в 2,4 раза ($OR=2,449$, 95% $CI=1,127-5,324$), что может быть связано с формированием фенотипа провоспалительной направленности у данной группы больных в связи с нарушением баланса про- и противовоспалительных цитокинов. При этом применение СГКС является фактором риска развития метаболических нарушений [23,24].

Выявленные информативные генетические маркеры провоспалительного фенотипа можно использовать для оценки риска развития и прогноза течения сочетания ПБА и МС с целью оптимизации лечебно-профилактических мероприятий с учетом индивидуальных особенностей организма. Разработка и внедрение в практическое здравоохранение мероприятий по прогнозированию, выявлению ранних признаков метаболических нарушений позволит качественным образом изменить его неблагоприятные последствия.

Решение задачи по сокращению уровня смертности населения трудоспособного возраста включает в себя сокращение уровня смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы за счет создания комплексной системы профилактики факторов риска, ранней диагностики с применением передовых технологий, внедрения образовательных программ, направленных на предупреждение развития указанных заболеваний.

В рекомендациях ВОЗ и European Network по профилактике на рабочем месте отмечается необходимость проведения мероприятий, направленных на коррекцию поведенческих факторов риска (в том числе ожирения), предложены подходы к их планированию и реализации. Имеются доказательства того, что рабочие лучше придерживаются комплекса профилактических мероприятий на служебном месте, когда он направлен и на профессиональные, и на непрофессиональные факторы риска нарушений здоровья [25,26].

При этом использование информативных клинико-лабораторных показателей может позволить объективизировать выделение групп высокого риска развития метаболических нарушений среди работающих на основе оценки генетической предрасположенности. При последующем обследовании лиц групп высокого риска в комплекс динамического обследования необходимо включать клинико-лабораторные показатели для выявления ранних признаков метаболических нарушений с целью оптимизации лечебно-профилактических мероприятий с учетом метаболического статуса организма.

Выводы:

1. Учитывая связь избыточной массы тела и метаболических нарушений с восприимчивостью к воздействию вредных производственных факторов, профилактика профессиональной, производственно-обусловленной патологии и МС должна включать создание комплексной системы профилактики, ранней диагностики с применением передовых технологий, внедрения образовательных программ.

2. Мероприятия, направленные на профилактику развития метаболических нарушений у работающих в контакте с промышленным аэрозолями, являются мерами по снижению риска развития бронхолегочной патологии и профилактики прогрессирования уже имеющихся заболеваний, что определяет актуальность разработки комплексных программ профилактики на рабочих местах.

3. Включение в комплекс профилактических мероприятий определения информативных клинико-лабораторных

маркеров позволит оптимизировать лечебно-профилактические мероприятия с учетом индивидуальных особенностей организма.

4. Оценка генетических факторов риска позволит разрабатывать персонализированный план профилактических мероприятий с проведением углубленного обследования лиц из группы высокого риска с целью раннего выявления заболевания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES)

пп. 1,4–7,9,10,14,18–26)

2. Крысанова В.С., Журавлева М.В., Сереброва С.Ю. Социальная и экономическая значимость избыточной массы тела и ожирения в Российской Федерации. Основные подходы к лечению ожирения. *Русский медицинский журнал*. 2015; 26: 1534–7.

3. Морбидное ожирение. Под ред. акад. РАН И.И. Дедова. М.: МИА; 2014.

8. Бойков В. А., Кобякова О.С., Деев И.А., Куликов Е.С., Староойтова Е.А. Состояние функции внешнего дыхания у пациентов с ожирением. *Бюллетень сибирской медицины*. 2013; 12 (1): 86–92.

11. Чернявская Г. М. Сочетанная патология в клинике внутренних болезней. *Клиническая медицина*. 2003; 3: 23–5.

12. Яковлева О.Я., Жамба А.О., Мазур Ю.В. Коморбидность бронхиальной астмы, хронической обструктивной болезни легких и сердечно-сосудистой патологии. *Рациональная фармакотерапия*. 2008; 1 (06): 64–7.

13. Верткин А.А., Скотников А.С. Коморбидность. *Леч. врач*. 2013; 6: 66–9.

15. Урясьев О.М., Панфилов Ю.А. Метаболический синдром и бронхиальная астма. М.: «Спутник+»; 2011.

16. Байдина А.С., Алексеев В.Б., Носов А.Е., Ширинкина Е.А. Оценка риска развития метаболического синдрома как предиктора кардиоваскулярной патологии у работников предприятия нефтедобычи. *Анализ риска здоровью*. 2013; 4: 70–6.

17. Хотулева А.Г., Кузьмина Л.П. Биомаркеры системного воспаления в патогенезе синдрома профессиональной бронхиальной астмы и метаболического синдрома. *Мед. труда и пром. экол*. 2016; 7: 39–43.

REFERENCES

1. Samson S.L., Garber A.J. Metabolic syndrome. *Endocrinol. Metab. Clin. North. Am*. 2014; 43 (1): 1–23.

2. Kry'sanova V.S., Zhuravleva M.V., Serebrova S.Yu. The social and economic significance of overweight and obesity in the Russian Federation. The main approaches to the treatment of obesity. *Russkij medicinskij zhurnal*. 2015; 26: 1534–7 (in Russian).

3. Morbid obesity. ed. Acad. RAS I.I. Dedov. Moscow: MIA; 2014 (in Russian).

4. Kaur J.A comprehensive Review on Metabolic Syndrome. *Cardiology Research and Practice*. 2014. doi. org/10.1155/2014/943162.

5. Schulte P.A., Wagner G.R., Ostry A., Blanciforti L.A., Cutlip R.G., Krajnak K.M. et al. Work, obesity, and occupational safety and health. *Am. J. Public. Health*. 2007; 97 (3): 428–36.

6. Rémen T., Acouetey D.S., Paris C., Hannhart B., Poussel M., Chenuel B. et al. Diet, occupational exposure and early asthma incidence among bakers, pastry makers and hairdressers. *BMC Public Health*. 2012; 12: 387.

7. Murugan A.T., Sharma G. Obesity and respiratory diseases. *Chron. Respir. Dis*. 2008; 5 (4): 233–42.

8. Bojkov V.A., Kobyakova O.S., Deev I.A., Kulikov E.S., Starooytova E.A. The state of respiratory function in obese patients. *Byulleten' sibirskoj mediciny*. 2013; 12 (1): 86–92 (in Russian).

9. Leone N., Courbon D., Thomas F., Bean K., Jégo B., Leynaert B. et al. Lung function impairment and metabolic syndrome: the critical role of abdominal obesity. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2009; 179 (6): 509–16.

10. Salome C.M., King G.G., Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of Applied Physiology*. 2010; 108 (1): 206–11.

11. Chernyavskaya G.M. Combined pathology in the clinic of internal diseases. *Klinicheskaya medicina*. 2003; 3: 23–5 (in Russian).

12. Yakovleva O.Ya., Zhamba A.O., Mazur Yu.V. Comorbidity of bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease and cardiovascular disease. *Racional'naya farmakoterapiya*. 2008; 1 (06): 64–7 (in Russian).

13. Vertkin A.L., Skotnikov A.S. Comorbidity. *Lech. vrach*. 2013; 6: 66–9 (in Russian).

14. Boyd C.M. Clinical practice guidelines and quality of care for older patients with multiple comorbid diseases: implications for performance. *JAMA*. 2005; 294 (6): 716–24.

15. Uryas'ev O.M., Panfilov Yu.A. Metabolic Syndrome and Bronchial Asthma. Moscow: «Sputnik+»; 2011 (in Russian).

16. Bajdina A.S., Alekseev V.B., Nosov A.E., Shirinkina E.A. Evaluation of the risk of developing metabolic syndrome as a predictor of cardiovascular pathology among employees of an oil production enterprise. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; 4: 70–6 (in Russian).

17. Khotuleva A.G., Kuzmina L.P. Inflammatory biomarkers in the pathogenesis of nosological syntropy of occupational asthma and metabolic syndrome. *Med. truda i prom. ekol*. 2016; 7: 39–43 (in Russian).

18. Zoico E., Di Francesco V., Mazzali G., Vettor R., Fantin F., Bissoli L. et al. Adipocytokines, fat distribution, and insulin resistance in elderly men and women. *J. Am. Geriatr. Soc*. 2008; 56 (9): 1768–9.

19. Harris R.B. Leptin — much more than a satiety signal. *Annu. Rev. Nutr*. 2000; 20: 45–75.

20. Hribal M.L., Fiorentino T.V., Sesti G. Role of C Reactive Protein (CRP) in Leptin Resistance. *Curr. Pharm. Des*. 2014; 20 (4): 609–15.

21. Kang K., Reilly S.M., Karabacak V., Gangl M.R., Fitzgerald K., Hatano B. et al. Adipocyte-derived Th2 cytokines and myeloid PPAR regulate macrophage polarization and insulin sensitivity. *Cell. Metab*. 2008; 7: 485–95.

22. Tsao C.H., Shiau M.Y., Chuang P.H., Chang Y.H., Hwang J. Interleukin-4 regulates lipid metabolism by inhibiting adipogenesis and promoting lipolysis. *Journal of Lipid Research*. 2014; 55: 385–97.

23. Gurwitz J.H., Bohn R.L., Glynn R.J., Monane M., Mogun H., Avorn J. Glucocorticoids and the risk for initiation of hypoglycemic therapy. *Arch. Intern. Med*. 1994; 154: 97–101.

24. Delaunay F., Khan A., Cintra A., Davani B., Ling Z.C., Andersson A. et al. Pancreatic beta cells are important targets for the diabetogenic effects of glucocorticoids. *J. Clin. Invest*. 1997; 100: 2094–8.

25. Sorensen G., Barbeau E., Stoddard A., Hunt M., Kaphingst K., Wallace L. Promoting behavior change among working-class, multiethnic workers: results of the healthy directions — small business study. *Am. J. Public. Health*. 2005; 95: 1389–95.

26. Sorensen G., Barbeau E.M. Integrating occupational health, safety and worksite health promotion: opportunities for research and practice. *Med. Lav*. 2006; 97: 240–57.

Поступила 12.11.2018

УДК 613.634; 616.248

Васильева О.С.¹, Кузьмина Л.П.^{2,3}, Коляскина М.М.^{2,3}

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ БРОНХИАЛЬНАЯ АСТМА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОЗОЛЕЙ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА: ФЕНОТИПЫ ЗАБОЛЕВАНИЯ

¹ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, 1, Москва, Россия, 117997;

²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;

³ФГАОУ ВО «Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991

Введение. Механизм развития профессиональной бронхиальной астмы (ПБА) от воздействия аэрозолей поливинилхлорида (ПВХ) до конца не ясен. Многогранность свойств компонентов, входящих в состав аэрозолей ПВХ, указывает на возможность развития ПБА у рабочих с участием как неиммунных, так и иммунных механизмов.

Цель исследования — изучение клинических и молекулярно-генетических особенностей формирования ПБА на рабочем месте мясоупаковщиков.

Материалы и методы. Проведено обследование 113 работников мясокомбината мужского и женского пола. Выявлена группа лиц (48 человек), имевших ежедневный контакт с токсико-аллергенными аэрозолями, которые в виде дыма выделялись в рабочую зону от расплавленной ПВХ — пленки в процессе упаковки мясной продукции. Всем обследованным были проведены клинико-функциональные исследования бронхолегочной системы и молекулярно-генетические исследования: выявление гипосекреторных аллелей гена α -1ИП; определение полиморфизма генов GSTM1 и GSTT1.

Результаты и обсуждение. Исследование показало, что экспозиция продуктов деградации ПВХ вызывает раздражение и сенсибилизацию дыхательных путей, видимых слизистых и кожных покровов. У лиц, проработавших 5–10 лет, выявлены обратимые obstructive нарушения вентиляции легких с гиперчувствительностью бронхов (ГЧБ) к производственным факторам (30 человек) и симптомами БА (18 человек) иммунного и неиммунного генеза. Определены фенотипы БА: профессиональная — иммунная и неиммунная (11 человек) и аgravированная условиями труда (7 человек). Установлено, что индивидуальными факторами риска развития ПБА у мясоупаковщиков являются: наличие гипосекреторного RmZ варианта гена α -1ИП и делеция генов глутатион-S-трансферазы (GSTM1 0/0 и GSTT1 0/0). Полученные данные свидетельствуют о том, что астма мясоупаковщиков является мультифакторным заболеванием.

Выводы: Анализ профанамнеза и профмаршрута, физикальных изменений и нарушения ФВД свидетельствуют о результате ежедневного раздражающего и сенсибилизирующего воздействия токсических паров, присутствующих на рабочем месте. Выявленные особенности развития БА позволили выделить разные фенотипы заболевания: истинная ПБА, иммунная (аллергической), неиммунная, БА, аgravированная условиями труда. Выявленные связи между гипосекреторными вариантами α 1-ИП, носительством нулевых аллелей генов глутатион-S-трансферазы (GSTM1 и GSTT1), развитием ПБА и степенью ее тяжести, указывают на то, что астма упаковщиков является мультифакторным заболеванием.

Ключевые слова: аэрозоли поливинилхлорида; профессиональная бронхиальная астма мясоупаковщиков; фенотипы; мультифакторное заболевание

Для цитирования: Васильева О.С., Кузьмина Л.П., Коляскина М.М. Профессиональная бронхиальная астма от воздействия аэрозолей поливинилхлорида: фенотипы заболевания. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 14–18. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-14-18>

Для корреспонденции: Коляскина Мария Михайловна, ст. науч. сотр. лаб. медико-биологических исследований ФГБНУ «НИИ МТ», препод. каф. мед. труда, авиац., космич. и водолазн. медицины ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России, канд. мед. наук. E-mail: biochimiamt@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Olga S. Vasilyeva¹, Lyudmila P. Kuzmina^{2,3}, Maria M. Kolyaskina^{2,3}

OCCUPATIONAL BRONCHIAL ASTHMA CAUSED BY EXPOSURE TO POLYVINYL CHLORIDE: PHENOTYPES OF THE DISEASE

¹Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovitianov str., Moscow, Russia, 117997;

²Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;

³I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/1, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

Introduction. Mechanism underlying development of occupational bronchial asthma (OA) caused by exposure to polyvinyl chloride (PVC) aerosols is not completely clear. Complex properties of PVC aerosols components indicate possible development of OA among workers via both non-immune and immune mechanisms.

Objective is to study clinical and genetic characteristics of occupational bronchial asthma development at meat packers' workplace.

Materials and methods. Examination covered 113 male and female meat-processing plant workers. A group (48 people) appeared to have daily contact with toxic-allergenic aerosols which were released as a smoke into the working area from molten PVC membrane during the meat products packing. All the examinees underwent clinical and functional tests of broncho-pulmonary system and molecular genetic studies: identification of hyposecretory alleles of α -1IP gene; determination of genetic polymorphism of GSTM1 and GSTT1.

Results and discussion. The study proved that exposure to PVC degradation products causes irritation and sensitization of the respiratory tract, visible mucous membranes and skin. The examinees with 5–10 years of service demonstrated reversible obstructive pulmonary ventilation disorders with bronchial hypersensitivity to occupational factors (30 people) and symptoms of bronchial asthma (18 people) of immune and non-immune origin. The asthma phenotypes were determined: occupational — immune and non-immune (11 people) and aggravated by work conditions (7 people). The study proved that individual risk factors of occupational bronchial asthma in meat-packers are: hyposecretory PiMZ variant of $\alpha 1$ -PI gene and deletion of glutathione-S-transferase genes (GSTM1 and GSTT1). The findings prove that meatpackers' asthma is a multifactorial disease.

Conclusion. Hyposecretory alleles of $\alpha 1$ -PI gene appeared to participate in occupational bronchial asthma development. Identified relationships between hyposecretory variants of $\alpha 1$ -PI gene, null alleles of glutathione-S-transferase genes (GSTM1 and GSTT1) carriage, occupational bronchial asthma development and severity suggest that meat-packers' asthma is a multifactorial disease. This could be an explanation of various phenotypes of occupational bronchial asthma. Problem of occupational bronchial asthma development due to influence of PVC pyrolysis products necessitates further wide clinical, hygienic and molecular genetic studies.

Keywords: polyvinyl chloride aerosols; occupational asthma of meat packers; phenotypes; multifactorial disease

For citation: Vasilyeva O.S., Kuzmina L.P., Kolyaskina M.M. Occupational bronchial asthma caused by exposure to polyvinyl chloride: phenotypes of the disease. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 14–18. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-14-18>

For correspondence: Maria M. Kolyaskina, senior researcher of Laboratory of Medical and Biological Research, IRIOH; lecturer, Department of Occupational Medicine, Aviation, Space and Diving Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Cand. Med. Sci. E-mail: biochimiamt@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Одной из причин роста первичных случаев БА среди лиц трудоспособного возраста является ежедневный контакт с аэрозолями токсико-аллергенного действия на рабочем месте. Согласно международной статистике, БА, связанная с условиями труда, составляет от 7,5 до 15% всех ежегодно зарегистрированных первичных случаев астмы [1,2]. В настоящее время во всем мире принята единая классификация клинических фенотипов БА, развитие которой прямо или косвенно обусловлено экспозицией аллергенов и воздушных загрязнителей на рабочем месте.

Наряду с профессиональной астмой (ПА) большое внимание привлекает к себе так называемая «астма, aggravated условиями труда», то есть астма, имевшая место в анамнезе, течение которой усугубляется под воздействием профессиональных факторов [3,4].

В настоящее время насчитывается более 300 агентов высокой (ВММ) и низкой молекулярной массы (НММ), которые способны вызвать развитие БА на рабочем месте.

Среди факторов риска ПБА присутствует экспозиция ПВХ материалов, в состав которых входят вещества НММ, обладающие раздражающим, токсическим и аллергенным свойствами. Это — диоксины, цианиды, моно- и дифталаты и др. Особое место среди них занимают фталаты — эфиры фталевой кислоты, способные вызвать местные и системные гиперчувствительные реакции. Изделия из ПВХ повсеместно используются в бытовых и производственных условиях. Одним из путей экспозиции этого вещества является широко распространенный производственный процесс обертки и упаковки пищевых продуктов, в частности, мясных, путем нагревания ПВХ-пленки до температуры плавления (пиролизиса) от 76° до 150°С. Впоследствии выделяется едкий, раздражающий дым, содержащий токсические вещества, частицы которого проникают глубоко в дыхательные пути, вызывая раздражение и сенсибилизацию [5–8].

Патогенные свойства фталатов подтверждены экспериментальными и клинико-иммунологическими исследованиями, проведенными в последние десятилетия зарубежными авторами [9,10]. В результате ингаляции аэрозолей пиролизиса пластиковых материалов у рабочих с высокой частотой развивались респираторные и внелегочные сим-

птомы: кашель с мокротой, лихорадочные состояния, боли в грудной клетке, эпизоды затрудненного дыхания, миалгии, артралгии, плохое общее самочувствие. У группы экспонированных лиц выявлены сниженные показатели FEV1 и FEF50 после рабочей смены. Риск развития симптомов астмы среди этих лиц был достоверно выше, чем у других работников [OR — 8,6 (95% CI, 1.3–56.7)]. Серия проведенных экспериментальных анализов *in vitro* показала, что низкие концентрации ингаляционных фталатов приводят к активации иммунной системы, в то время как высокие дозы оказывают подавляющий эффект. Углубленное изучение условий труда оберточников готовой мясной продукции и полуфабрикатов показало присутствие в рабочей зоне дыхания не только паров ПВХ, но и дыма, выделяющегося от наклеивания торговой марки (лейбла) в нагретом состоянии [11].

По данным литературных источников, ежедневный контакт в течение 4–6 часов с ПВХ-аэрозолями даже в небольших концентрациях может привести к развитию БА. Это заболевание было впервые обнаружено европейскими авторами среди мясоупаковщиков в 1973 г. и получило название «meat wrapper's asthma».

Механизм развития «meat wrapper's asthma» до конца не ясен. Многогранность свойств компонентов, входящих в состав аэрозолей ПВХ, указывает на возможность развития ПБА у рабочих с участием как неиммунных, так и иммунных механизмов [12]. В отечественной литературе, к сожалению, сведения о проведенных исследованиях в данной области отсутствуют.

Риск развития ПБА, как и любого другого заболевания, связан не только с воздействием неблагоприятных факторов, но и с индивидуальной чувствительностью организма, в том числе и состоянием механизмов индивидуальной защиты [13–15,17]. К последним относится функциональное состояние генов глутатион-S-трансферазы (GST). В здоровом организме гены GST, в частности, GSTM1 и GSTT1, осуществляют защитную функцию от воздействия токсических веществ, то есть детоксикацию, и предотвращают развитие оксидативного стресса [13,14].

Подверженность развитию легочного заболевания под воздействием неблагоприятных профессиональных факторов обусловлена также и наследственным дефицитом $\alpha 1$ -ингибитора протеиназ ($\alpha 1$ -ИП) [15].

Цель исследования — изучение клинических и молекулярно-генетических особенностей формирования ПБА на рабочем месте мясоупаковщиков.

Материалы и методы. Проведено когортное рандомизированное проспективное исследование 113 работников мясокомбината разных профессий.

Была выделена 1 группа мясоупаковщиков в составе 48 человек (12 мужчин и 36 женщин), имевших повседневный контакт с продуктами деградации ПВХ. Средний возраст работников находился в пределах $40,1 \pm 3,68$ года; профессиональный стаж — $11,7 \pm 1,9$ года.

Вторую группу сравнения составили 42 человека — работники мясокомбината, не контактирующие с ПВХ-аэрозолями. В третью, контрольную группу, вошли практически здоровые представители административно-хозяйственной части мясокомбината (23 человека). Лица всех 3-х групп были сопоставимы по возрасту, полу и стажу работы.

В дизайн обследования входили: анкетный скрининг; общетерапевтический осмотр и физикальное обследование; спирометрия в производственных и амбулаторных условиях с определением основных показателей легочной функции: объема форсированного выдоха за первую секунду — (FEV1), жизненной емкости легких — (VC), форсированной жизненной емкости легких FVC, отношения FEV1/FVC, кривой «поток-объем» (спироанализатор Pnemoscreen, фирма «Jaeger»); бронходилатационный тест (ингаляция вентолина от 200 мкг до 400 мкг) и бронхоконстрикторный — метахолиновый тест (раствором метахолина от 0,03 до 8 мкг/мл); мониторинг пиковой скорости на выдохе (PEF) — пикфлоуметрия — в динамике экспозиции и элиминации производственных аэрозолей. Функциональные исследования и оценка состояния легочной вентиляции проводились по методикам, разработанным европейскими и отечественными учеными [16]. Наряду с клинико-функциональными исследованиями проводились и молекулярно-генетические: выявление мутантных аллелей гена α -ИП; определение полиморфизма генов GSTM1 и GSTT1 (метод ПЦР на амплификаторе «Терцик» фирмы «ДНК-технология»).

Статистическая обработка результатов проведена с помощью пакета статистических прикладных программ Statistica for Windows, Release 6.0 StatSoft, Inc.

Результаты и обсуждение. По данным интервьюирования и физикального обследования у 52 (46,0%) работников мясокомбината были выявлены жалобы и объективные признаки респираторной патологии, сопровождающиеся аллергическими реакциями у 35 из них (30,9%). Среди них упаковщиков было подавляющее большинство — 28 человек (24,7%), $p_{1-3} < 0,001$.

Характер жалоб и респираторные симптомы мясоупаковщиков указывали на признаки раздражения, сенсibili-

зации и преходящей обструкции дыхательных путей, беспокоящие преимущественно в рабочие часы.

Была отмечена тенденция к росту числа лиц с жалобами и физикальными изменениями по мере увеличения стажа работы в основной группе со статистической достоверностью ($p < 0,02$). Большинство лиц с респираторными симптомами (27 человек) имело контакт с веществами токсико-аллергенного действия на протяжении 5 и более лет. Анализ данных анкетного скрининга показал, что уже в первые 2 года работы около 1/3 упаковщиков ощущали раздражение дыхательных путей дымом ПВХ-пленки с эпизодами затрудненного дыхания вплоть до приступов удушья.

Результаты спирографии, проведенной до начала работы, выявили легкие обструктивные нарушения вентиляционной функции у 18 упаковщиков (37,5% от числа лиц в 1 группе). К концу смены обструкция дыхательных путей умеренной и значительной степени была зарегистрирована у 21 человека (48,8%) с полной обратимостью от ингаляции бронходилататора. Подобной динамики не было отмечено у работников других профессий. Показатели спирографии среди обследованных групп были значимо ниже с высокой статистической достоверностью ($p_{1-2} < 0,005$; $p_{1-3} < 0,001$) среди упаковщиков (таблица).

Наличие гиперчувствительности дыхательных путей к производственным аэрозолям у 18 работников в основной группе было подтверждено результатами мониторинга PEF (рис.). В рабочие дни коэффициент разброса PEF был значительно выше, чем в выходные дни ($KD=15,8\%$ в сравнении с $KD=7,3\%$). Разница разброса показателей в период экспозиции и элиминации производственных аэрозолей оказалась статистически достоверной с высокой степенью вероятности ($p < 0,001$).

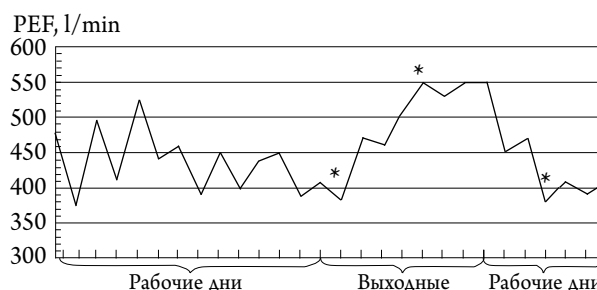


Рисунок. Мониторинг пикфлоуметрии в динамике рабочих и выходных дней у обследованных упаковщиков
Figure. Peak flowmetry monitoring in working days and days-off for examined meat-packers

Примечание: *разброс показателей Δ PEF в выходные и рабочие дни статистически достоверен: $p < 0,003$.

Показатели функции внешнего дыхания (ФВД) у работников мясокомбината в динамике рабочей смены (средние данные по группам)

Respiratory function parameters in meat-processing enterprise workers during a working shift (average data by groups)

Показатель ФВД	1 группа (n=48)		2 группа (n=42)		3 группа (n=23)	
	До работы	После работы	До работы	После работы	До работы	После работы
FVC	77,4	71,4*	99,7	97,8	102,3	103,4
FEV1	77,6	69,8*	88,0	86,7	98,5	98,3
FEV1/FVC	88,1	85,4	85,9	84,0	103,2	102,6
PEF	78,1	70,5**	81,6	80,2	94,8	96,6

Примечания: * $p_{1-2} < 0,005$; ** $p_{1-3} < 0,001$.

Руководствуясь международными и отечественными критериями диагностики БА и оценки ее степени тяжести 18 (37,5%) мясоупаковщикам был поставлен диагноз БА разной степени тяжести [24–26]: интермиттирующей БА — 7 человек (14,6%); легкой персистирующей БА — 8 человек (16,7%), персистирующей средней тяжести — 3 человека (6,25%).

У 11 мясоупаковщиков генез заболевания был расценен как полностью соответствующий критериям ПА: проявление симптомов заболевания на рабочем месте; улучшение самочувствия с купированием симптомов вне работы; регулярное проявление астматических реакций после рабочей смены; нарастание гиперчувствительности к аэрозолям ПВХ к концу рабочей недели [21–24].

Иммунный генез ПА определен у 6 человек с атопией и внегочными реакциями сенсибилизации, которые работали не менее 5 лет в контакте с токсико-аллергенными аэрозолями. ПА, диагностированная у мясоупаковщиков со стажем работы 1–2 года, при отсутствии атопии, аллергических реакций и отрицательных диагностических тестов на сенсибилизацию дыхательных путей соответствовала фенотипу неиммунной астмы [19,25].

У 7 работников, имевших диагноз астмы в анамнезе, гиперчувствительные реакции дыхательных путей к аэрозолям ПВХ были расценены как симптомокомплекс БА, агравированной условиями труда [21,22,24]. Среди лиц других профессий диагноз БА интермиттирующей и легкой персистирующей степени тяжести, не связанной с условиями труда, был установлен трем работникам.

Исследование генетического полиморфизма гена $\alpha 1$ -ИП у работников с ПБА и БА, агравированной условиями труда, выявило наличие гетерозиготных дефицитных вариантов $PiMZ$ у 5,5% лиц с профессиональным стажем более 10 лет. Таким образом, формирование БА у обследованных больных с дефицитным вариантом $\alpha 1$ -ИП имело генетически-детерминированный характер, реализованный воздействием ПВХ.

При анализе результатов распределения частоты гомозигот по нулевому аллелю генов глутатион-S-трансферазы ($GSTM1$ 0/0, $GSTT1$ 0/0) у больных БА в сравнении с лицами, не имеющими признаков бронхолегочной патологии, выявлено достоверное превышение лиц с отсутствием ферментов $GSTM1$ 0/0–65% ($\chi^2_1=9,143, p=0,002$) и $GSTT1$ 0/0–60% ($\chi^2_2=1,651, p=0,199$). Кроме того, у 3-х работников с ПА средней степени тяжести наблюдалось одновременное наличие делеции по двум генам, т. е. формирование ПБА происходит на фоне генетически детерминированного нарушения в системе детоксикации ксенобиотиков.

Индивидуальный анализ лиц с одновременным наличием гипосекреторного варианта гена $\alpha 1$ -ИП — $PiMZ$ и дефицитного гена $GSTM1$ 0/0 или $GSTT1$ 0/0 выявил более раннее начало (через 2–5 лет) и прогрессирующее течение БА в условиях воздействия токсических аэрозолей.

Выводы:

1. Анализ выявленных физикальных изменений со стороны органов дыхания (46,0%) и нарушения ФВД (62,5%) у значительного количества работников жалоб, а также анализ профанамнеза и профмаршрута свидетельствуют о результате ежедневного раздражающего и сенсибилизирующего воздействия токсических паров, присутствующих на рабочем месте.

2. У 43,8% (из 48) мясоупаковщиков регистрировались ирритативные и аллергические реакции дыхательных путей и кожных покровов, сопровождающиеся в 26,2% случаев обструктивными обратимыми нарушениями ФВД со ста-

тистически достоверным снижением FEV1 и FVC в конце рабочего дня от базовых значений ($p<0,01$).

3. Бронхиальная астма мясоупаковщиков разной степени тяжести выявлена у 18 из 48 обследованных (37,5%) с определением профессионального генеза у 11 человек и астмы, агравированной условиями труда (7 человек) на основании проведения клинко-гигиенических параллелей, сопоставления симптомов заболевания с профанамнезом и профмаршрутом, а также падение PEF во время работы на 25–31% от базисного значения, положительный бронхоконстрикторный тест после контакта с ПВХ.

4. Выявленные особенности развития БА позволили выделить разные фенотипы заболевания: истинная ПБА у 11 работников, иммунная (аллергической) у 6 человек, неиммунная у 5 человек, БА, агравированная условиями труда, у 7 работников, у которых в анамнезе была астма до начала контакта с ПВХ.

5. Выявлены связи между гипосекреторными вариантами $\alpha 1$ -ИП, носительством нулевых аллелей генов глутатионтрансферазы ($GSTM1$ и $GSTT1$), развитием ПБА и степенью ее тяжести, которые указывают на то, что астма упаковщиков является мультифакторным заболеванием. Этим можно объяснить формирование различных фенотипов ПБА.

6. Проблема развития ПБА от воздействия продуктов пиролиза ПВХ является актуальной. Это указывает на необходимость проведения дальнейших широкомасштабных клинко-гигиенических и молекулярно-генетических исследований, результаты которых позволят разработать систему профилактических мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES

пп. 1–12, 18–20, 22–24)

- Кузьмина А.П., Безрукавникова А.М., Лазарашвили Н.А., Софронова Е.В. Новые технологии ДНК-диагностики генетического биохимического полиморфизма. Актуальные проблемы «Медицины труда». Сборник трудов института. Под редакцией академика РАМН Н.Ф. Измерова. М.; 2006: 504–17.
- Кузьмина А.П., Ковчан О.В., Елов А.А., Черкасов Е.Г. Аллель — специфичный ПЦР-скрининг Z и S мутаций гена $\alpha 1$ -ингибитора протеиназ. Конференция «Актуальные вопросы гематологии и трансфузиологии»: Сб. тезисов. Санкт-Петербург; 2002.
- Васильева О.С., Черняк А.В., Неклюдова Г.В., Науменко Ж.К., Рослая Н.А. Клинико-функциональные методы обследования в диагностике профессиональных бронхолегочных заболеваний. В кн: «Профессиональные заболевания органов дыхания» под ред. акад. РАН Н.Ф. Измерова, акад. РАН А.Г. Чучалина. Москва, «Гэотар-Медиа» 2015: 607–34.
- Кузьмина А.П., Хотулева А.Г. Молекулярные механизмы нозологической синтропии профессиональной бронхиальной астмы. В кн: «Профессиональные заболевания органов дыхания» под ред. акад. РАН Н.Ф. Измерова, акад. РАН А.Г. Чучалина. Москва, «Гэотар-Медиа» 2015: 180–7.
- Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Белевский А.С., Бушманов А.Ю. Васильева О.С., Мазитова Н.Н. и соавт. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению бронхиальной астмы. РРО. Пульмонология. 2014; 2: 11–32.
- Профессиональная бронхиальная астма. Российская Ассоциация врачей и специалистов Медицины труда. М.; 2017.
- Васильева О.С., Соркина Н.С. Профессиональная бронхиальная астма. В кн: Профессиональные заболевания органов дыхания под ред. акад. РАН Н.Ф. Измерова, акад. РАН А.Г. Чучалина. Москва, «Гэотар-Медиа»; 2015: 338–63.

26. Коптяева Ю.В. Связь полиморфизма генов GSTT1 и GSTM1 с тяжестью атопической бронхиальной астмы. Сборник статей по материалам V конгресса молодых ученых и специалистов «Наука о человеке». Под ред. Л.М. Огородовой, Л.В. Каплевича. Томск, СибГМУ; 2004.

27. Васильева О.С., Кузьмина Л.П., Кулемина Е.А., Коляскина М.М. Клинические и молекулярно-генетические аспекты формирования бронхиальной астмы мясоупаковщиков. *Пульмонология*. 2012; 3: 39–45

REFERENCES

1. Tarlo S., Cullinan P., Nemery B. Occupational and Environmental Lung Diseases: Diseases from Work, Home, Outdoor and Other Exposures; 2010. <http://search.barnesandnoble.com/Occupational-and-Environmental-Lung-Diseases/Susan-Tarlo/e/97804705115945>
2. Xaver Baur. Bronchial asthma and COPD due to irritants in the workplace — an evidence-based approach. *J of Occup. Med. and Toxicology*. 2012; 7 (9): 73–9.
3. Burge PS. Occupational asthma. In: Barnes P, Rodger IW, Thomson WNC, end. Asthma: Basic Mechanisms and Clinical Management. London, Academic Press. 1988: 465–82.
4. Nemery B. Occupational asthma for clinicians. *Breathe*. 2004; 1: 25–32.
5. Pauli G., Bessot J.C., Kopferschmitt M.C., el. al. Meat wrapper's asthma: identification of the cause agent. *Clin Allergy*. 1980; 10: 263
6. Malo J.L., Cartier A. Pineault L. Dugas M. Desjardins A. Occupation asthma due to polyethylene shrink wrapping (paper wrapper's asthma). *Thorax*. 1992; 47: 759
7. Butala JH, David RM, Gans G, McKee RH, Guo TL, Peachee VL, et al. 2004. Phthalate treatment does not influence levels of IgE or Th2 cytokines in B6C3F1 mice. *Toxicology*. 2001: 77–85.
8. What are phthalates and do they cause asthma? science4public. September 25, 2014. <https://sciencetranslationblog.wordpress.com/2014/09/25/what-are-phthalates-and-do-they-cause-asthma>.
9. Jouni J.K., Jaakkola and Trudy L. Knight. The Role of Exposure to Phthalates from Polyvinyl Chloride Products in the Development of Asthma and Allergies: A Systematic Review and Meta-analysis. *Environ Health Perspect*. 2008; 116: 845–53.
10. The association between phthalate exposure and asthma. <https://www.sciencedirect.com/science/journal/1607551X> 2012; 28 (7) Supplement: S28-S36.
11. Phthalates are everywhere, and a tidal wave of new research has documented their wide-ranging negative health impacts, but what are the real risks? <https://www.theguardian.com/lifeand-style/2015/feb/10/phthalates-plastics-chemicals-research-analysis>
12. Anette Kocbach Bølling, Jørn A Holme, Carl Gustaf Bornehag, Unni C Nygaard, Randi J Bertelsen, Eewa Nånberg, Johanna Bodin, Amrit Kaur Sakhi, Cathrine Thomsen, and Rune Becher. Pulmonary phthalate exposure and asthma — is PPAR a plausible mechanistic link? *EXCLI J*. 2013; 12: 733–59.
13. Kuz'mina L.P., Bezrukavnikova L.M., Lazarashvili N.A., Sofronova E.V. New technologies of DNA-diagnosis of genetic biochemical polymorphism. In: Izmerov N.F., Acad., ed. *Aktual'nye*

problemy «Meditsiny truda». Collected works of the Institute. Moscow; 2006: 504–17 (in Russian).

14. I-Jen Wang, JJ Karmaus, Su-Lien Chen, J W Holloway, S Ewart. Effects of phthalates exposure on asthma may be mediated through alternations in DNA methylation. *Clin Epigenetics*. 2015; 7(1): 23–8.

15. Kuz'mina L.P., Kovchan O.V., Yolov A.A., Cherkasov E.G. *Allele-specific PCR-screening of Z and S-mutations of $\alpha 1$ -PI gene*. Conference «Topical problems of hematology and transfusiology»: Collected articles. St. Petersburg; 2002 (in Russian).

16. Vasil'eva O.S., Chernyak A.V., Neklyudova G.V., Naumenko Zh.K., Roslaya N.A. Clinical and functional methods in diagnosis of occupational broncho-pulmonary diseases. In: N.F. Izmerov, RASc Acad., A.G. Chuchalin, RASc Acad., eds. *Occupational diseases of respiratory organs*. Moscow, «Gehotar-Media» 2015: 607–34 (in Russian).

17. Kuz'mina L.P., Khotuleva A.G. Molecular mechanisms of nosologic syntropia of occupational bronchial asthma. In: N.F. Izmerov, RASc Acad., A.G. Chuchalin, RASc Acad., eds. *Occupational diseases of respiratory organs*. Moscow, «Gehotar-Media» 2015: 180–7 (in Russian).

18. Bernstein IL, Bernstein DI, Chan-Yeung M, Malo JL. Definition and classification of asthma in the workplace. In: *Asthma in the workplace*, 4th ed., Malo J.L., Chan-Yeung M., Bernstein D.I. (Eds), CRC Press, Boca Raton, FL; 2013: 1–5.

19. Global initiative for asthma. (GINA 2018). <http://www.ginasthma.com>.

20. Chuchalin A.G., Ajsanov Z.R., Belevskij A.S., Bushmanov A.Yu. Vasil'eva O.S., Mazitova N.N. et al. Federal clinical recommendations on diagnosis and treatment of bronchial asthma. *RRO. Pul'monologiya*. 2014; 2: 11–32 (in Russian).

21. *Occupational bronchial asthma*. Russian Association of doctors and specialists in occupational medicine. Moscow; 2017 (in Russian).

22. Dinesh R., Iver Vivek N. Occupational asthma: diagnostic challenges and management dilemmas. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*: March 2017, 23 (2): 177–83.

23. British guidelines on the management of asthma. Revised 2017. <https://www.brit-thoracic.org.uk>

24. Lemiere C., Bernstein D. Occupational asthma: Management, prognosis and prevention. 2017. www.uptodate.com/contents/occup-asthma.

25. Vasil'eva O.S., Sorkina N.S. Occupational bronchial asthma. In: N.F. Izmerov, RASc Acad., A.G. Chuchalin, RASc Acad., eds. *Occupational diseases of respiratory organs*. Moscow, «Gehotar-Media» 2015: 338–63 (in Russian).

26. Koptyaeva Yu.V. Relationships of genes GSTT1 and GSTM1 polymorphisms with severity of atopic bronchial asthma. In: L.M. Ogorodova, L.V. Kapilevich, eds. *Collected articles on materials of V Congress of young scientists and specialists «Science of human»*. Tomsk, SibGMU; 2004 (in Russian).

27. Vasil'eva O.S., Kuz'mina L.P., Kulemina E.A., Kolyaskina M.M. Clinical and molecular genetic aspects of bronchial asthma development in meat-packers. *Pul'monologiya*. 2012; 3: 39–45 (in Russian).

Поступила 21.11.2018

УДК 613.68:612.017.2

Кику П.Ф.¹, Жовнерчук Е.В.^{3,4}, Мельникова И.П.², Измерова Н.И.³, Сабирова К.М.¹**ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ КУРСАНТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ МОРСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**¹ФГАОУ ВО «Дальневосточный Федеральный Университет», Школа биомедицины, ул. Суханова, 8, Владивосток, Россия, 690950;²Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, ул. Верхнепортовая, 50 А, Владивосток, Россия, 690003;³ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;⁴ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России», Волоколамское шоссе, 91, Москва, Россия, 125371

Введение. Профессиональная среда и производственные факторы определяют специфику обучения на специальностях морского профиля. При этом отмечается, что воздействие ряда неблагоприятных учебно-профессиональных и экологических факторов вызывают высокий уровень физического и нервно-психического напряжения.

Цель исследования — изучить особенности адаптации к учебе при освоении профессиональных навыков морских специальностей у курсантов высшего морского учебного заведения и проведение медико-психологической реабилитации.

Материалы и методы. Были обследованы 120 курсантов 3 и 4 курса обучения мужского пола: 70 (опытная группа) и 50 (контрольная группа). Возраст курсантов составлял $21 \pm 0,4$ года. Для изучения особенностей адаптации курсантов проводилось психологическое исследование: «Шкала реактивной тревожности и личностной тревожности» Спилбергера и «Методика измерения степени выраженности нервно-психического напряжения» Немчина. Статистический анализ проводился с использованием программы «Statistica for Windows 10.0».

Результаты и их обсуждение. Установлено, что после трех месяцев плавания большая часть курсантов оказывается в состоянии дезадаптации. Результаты углубленных клинико-лабораторных исследований показали, что среди обследованных практически здоровыми были 39,4%, имели в анамнезе хронические заболевания 60,6%. В связи с этим разработана система медико-психологической реабилитации, представленная методами первичной и вторичной профилактики. Одним из методов профилактики заболеваний представлен восстановительным комплексом мероприятий с включением модифицированного нами метода прерывистой нормобарической гипоксии. Определена оптимальная схема применения прерывистой нормобарической гипоксии в комплексе с ВЛ.

Выводы: Состояние адаптации курсантов высшего морского учебного заведения в процессе профессионального освоения морских специальностей характеризуется повышенным нервно-психическим напряжением, тревогой и регистрируется в 57,3% случаев. Установлено, что после трех месяцев плавания большая часть курсантов оказывается в состоянии дезадаптации. Для профилактики заболеваемости и сохранения здоровья предложена система медико-психологической реабилитации с включением метода прерывистой нормобарической гипоксии на фоне комплекса ВЛ. Медико-профилактические мероприятия позволяют решать проблемы нервно-психического напряжения, способствуют снижению показателей заболеваемости, предотвращению развития дезадаптационных расстройств, снятию состояния чрезмерного функционального напряжения организма. Это способствует сохранению и укреплению здоровья курсантов и является важным этапом профилактики психических и поведенческих расстройств, связанных с трудом.

Ключевые слова: курсанты морских специальностей; состояние здоровья; среда обитания; адаптация; психофизиология; профилактика

Для цитирования: Кику П.Ф., Жовнерчук Е.В., Мельникова И.П., Измерова Н.И., Сабирова К.М. Особенности психофизиологической адаптации курсантов в процессе профессионального освоения морских специальностей. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 19–24. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-19-24>

Для корреспонденции: Мельникова Ирина Петровна, проф. каф. безопасности жизнедеятельности Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского, д-р мед. наук. E-mail: melira_6@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Pavel F. Kiku¹, Evgeniy V. Zhovnerchuk^{3,4}, Irina P. Melnikova², Natalya I. Izmerova³, Kseniya M. Sabirova¹
PECULIARITIES OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF MARINE CADETS DURING PROFESSIONAL TRAINING IN MARINE SPECIALTIES

¹Far-Eastern Federal University, School of biomedicine, 8, Sukhanova str., Vladivostok, Russia, 690950;

²Maritime state University Adm. G.I. Nevelskoy, 50 A, Verkhneportovaya str., Vladivostok, Russia, 690003;

³Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;

⁴Institute of professional development of FMBA of Russia, 91, Volokolamskoye Highway, Moscow, Russia, 125371

Introduction. Occupational environment and occupational factors determine peculiarities in mastering marine occupations. Some unfavorable occupational educational and ecologic factors appear to cause high level of physical and psychoemotional stress.

Objective is to study features of adaptation to study during occupational training in marine specialties in cadets of a higher marine educational institution, and to conduct medical and psychological rehabilitation.

Material and methods. Examination covered 120 male cadets of 3rd and 4th years of study: 70 (main group) and 50 (reference group). The age of the cadets was 21 ± 0.4 years. To study characteristics of the cadets' adaptation, the authors used psychological methods — Spielberger's State Trait Anxiety Scale and Nemchin's «Method measuring severity of neuropsychic stress». Statistical analysis was performed with software «Statistica for Windows 10.0».

Study results and discussion. After 3 months of sailing, majority of the cadets appeared to be dysadapted. Deep clinical and laboratory studies proved that 39.4% of the examinees were apparently healthy and 60.6% of those had chronic diseases. Thus, a system of medical psychologic rehabilitation was designed, comprising primary and secondary prophylaxis methods. One of these prevention methods is a recovery complex of measures with intermittent normobaric hypoxia modified by us. The authors determined optimal regime of using intermittent normobaric hypoxia combined with medical rehabilitation.

Conclusions. *Adaptational state in cadets of high marine educational institution during professional training in marine occupations is characterized by increased psycho-emotional strain, anxiety and observed in 57.3% of the examinees. Findings are that after 3 months of sailing, majority of the cadets are dysadapted. To prevent morbidity and preserve health, the authors suggested a system of medical and psychologic rehabilitation including intermittent normobaric hypoxia with rehabilitation medical complex. The medical and prophylactic measures help to solve problems of psycho-emotional stress, lower morbidity parameters, prevent dysadaptation disorders, relieve functional overstrain. That preserves and improves the cadets' health and forms an important stage in prevention of mental and behavioral disorders related to work.*

Key words: marine cadets; health state; environment; adaptation; psychophysiology; prevention

For citation: Kiku P.F., Zhovnerchuk E.V., Melnikova I.P., Izmerova N.I., Sabirova K.M. Peculiarities of psychophysiological adaptation of marine cadets during professional training in marine specialties. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 19–24. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-19-24>

For correspondence: Irina P. Melnikova, Professor, Department of Safety of vital activity, Maritime state University Adm. G.I. Nevelskoy, MD, PhD, DSc. E-mail: melira_6@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Профессиональная среда и производственные факторы определяют специфику обучения специальностям морского профиля. При этом отмечается, что воздействие ряда неблагоприятных учебно-профессиональных и экологических факторов вызывают высокий уровень физического и нервно-психического напряжения. Такое воздействие приводит к развитию различных дозозологических, дезадаптивных и болезненных состояний, которые можно отнести к психическим и поведенческим расстройствам. При этом важное место занимает ранняя диагностика и профилактика, направленная на укрепление психического здоровья в процессе учебы [1–3].

По данным современной литературы прослеживается отчетливая связь успешности адаптации обучающихся с возможностью преодолевать стрессорные нагрузки, обусловленные учебной деятельностью. Также имеются данные о том, что заболеваемость напрямую связана со стрессоустойчивостью и адаптацией обучающихся [4,5].

В литературных источниках описаны факторы, негативно влияющие на адаптационные возможности:

- социальные (специфика образа жизни: повышение требований к дисциплинарной ответственности и самостоятельности, наряды в дневное и ночное время, строевые подготовки и др.);

- климатогеографические (экстремальность морских условий во время плавательских практик на учебных судах);

- технические (факторы судовой обитаемости: микроклимат, воздушный шум, инфразвук, вибрация, электромагнитное излучение и др.).

Воздействие информационных и физических нагрузок, психоэмоционального напряжения во время обучения увеличивает расходы со стороны функциональных резервов организма. Снижение функциональных резервов и адаптационных возможностей может существенно повлиять на эффективность выполнения своих обязанностей и привести к росту числа психосоматических заболеваний [1,6–11].

Цель исследования — изучить особенности адаптации к учебе при освоении профессиональных навыков морских специальностей у курсантов высшего морского учебного заведения и проведение медико-психологической реабилитации.

Материал и методы. Были обследованы 120 курсантов 3 и 4 курса обучения мужского пола: 70 (опытная груп-

па) — курсанты электромеханического факультета (ЭМФ) и 50 (контрольная группа) — курсанты судомеханического (СМФ) и судоводительского (СВФ). Возраст курсантов составлял $21 \pm 0,4$ года. Для изучения особенностей адаптации курсантов под воздействием производственно-обусловленных факторов учебной среды проводилось психологическое исследование, включающее следующие методики: «Шкала реактивной тревожности и личностной тревожности» Ч.Д. Спилбергера и «Методика измерения степени выраженности нервно-психического напряжения» Т.А. Немчина. Статистический анализ проводился с использованием программ «Statistica for Windows 10.0» и «Microsoft Excel 2010». Данные представлялись в виде средних арифметических значений с указанием стандартных квадратических отклонений ($M \pm m$). Выборка данных подчинялась нормальному распределению, что адекватно описывает случайные величины, когда ни один из них не доминирует над остальными. Достоверность различий между показателями разных групп для параметрических данных оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента, различия считались достоверными при вероятности равной и более 0,95 ($p \leq 0,05$). При обработке непараметрических признаков для определения отличий в пределах отдельной группы обследованных или при межгрупповом анализе использовались критерии Манна-Уитни и χ^2 Пирсона. Расхождение между распределениями считалось статистически достоверным при получении эмпирического значения равного или большего критического. Эти критерии использовались при выборке не меньше 30 наблюдений. При анализе непараметрических признаков в малых подгруппах (меньше 30 наблюдений) применялся биномиальный критерий «m» для сопоставления эмпирической частоты признака с теоретической частотой.

Для оптимизации адаптационных процессов и коррекции профессионального стресса в условиях береговой и судовой среды, а также профилактики заболеваемости использовался комплекс методов восстановительной терапии согласно «Стандарту санаторно-курортной помощи больным с расстройствами вегетативной нервной системы и невротическими расстройствами, связанными со стрессом, соматоформными расстройствами» утвержденному приказом Минздравсоцразвития России от 23.11.2004 г. №273. Объем проведенного лечения представлен в табл. 1.

Медико-психологическая реабилитация включала: лечебную физкультуру; талассотерапию (режим слабой и средней холодовой нагрузки); назначение препарата адаптогенного действия (экстракт элеутерококка перорально); психотерапию (групповую, индивидуальную); нормобарическую гипокситерапию — для достижения положительного эмоционального фона, опосредованного потенциального действия и повышения эффективности других лечебных факторов.

Результаты и обсуждение. Для оценки психологических характеристик, косвенно отражающих процесс адаптации курсантов под воздействием производственно обусловленных факторов учебной среды, была разработана, апробирована и применена специальная анкета, в которой курсанты указывали стрессорные факторы.

С целью уточнения структуры стрессорных факторов и значимости их влияния на учебно-профессиональную деятельность использовался экспертный метод. Эксперты независимым методом оценивали роль стрессорных факторов по пятибалльной шкале. Для определения согласованности мнений экспертов при обработке данных рассчитывался коэффициент конкордации экспертных оценок. Рассчитывалось среднее арифметическое значение этих оценок, характеризующее весомость (значимость) фактора, и, в зависимости от этой величины, определялось место (ранг) каждого стрессорного фактора.

На основании ранжирования были отобраны следующие факторы, имеющие большой удельный вес и негативно влияющие на адаптацию к учебе: изменение образа жизни со строгим выполнением распорядка дня, дисциплинарные проступки, суточное выполнение работы (наряды, вахты), повышенные физические нагрузки, выполнение работы в сложных погодных условиях, замкнутые пространства, повышенное воздействие шума и вибрации, состояние тревоги (недостаточный уровень сформированности мотивов

учебных действий), желание избавиться от напряженности, недостаточная решительность, состояние усталости, переживание неудачи.

При оценке тревожности у обследуемого контингента применялся хорошо известный по своим положительным отзывам тест, направленный на изучение ситуативной и личностной тревожности Спилбергера-Ханина; далее представлены данные по тесту обследуемого контингента (табл. 2). Результаты указывают на то, что выраженная личностная тревожность в большей степени выявлена у курсантов СМФ и СВФ (60%), и в меньшей — у курсантов ЭМФ (55%), а показатели реактивной тревожности одинаково высоки и составляют 70% во всех группах обследуемых. Эти данные позволяют сделать выводы о том, что большинство обследуемых курсантов склонны к формированию тревожных черт характера, проявлению астенических форм реагирования на стресс, что может снижать их адаптационные возможности. Диагностика подобных психофизиологических состояний основана на оценке степени напряжения регуляторных механизмов и их функционального резерва еще до того, как возникнут гомеостатические нарушения, обусловленные срывом механизмов адаптации [1].

Определение уровня тревожности и нервно-психической неустойчивости осуществлялось с помощью методики измерения степени выраженности нервно-психического напряжения (НПН) Т.А. Немчина (табл. 3).

Оценка результатов показала умеренный уровень НПН у курсантов ЭМФ (58,6%) и СМФ (48,0%), среди курсантов СВФ умеренное НПН выявлено у 16,0%. Чрезмерное НПН выявлено у представителей СМФ (относительно других факультетов) — 36% респондентов из группы. Среди курсантов остальных групп чрезмерное НПН было отмечено у 28,0% курсантов СВФ и у 14,3% ЭМФ. Слабый уровень НПН установлен у курсантов СВФ (56,0%).

Таблица 1

Объем и методы восстановительного лечения (ВЛ)
Amount and methods of medical rehabilitation

Метод ВЛ	Основная группа (n=70)		Контрольная группа (n=50)	
	Абс.	%	Абс.	%
Гипокситерапия	70	100	—	—
ЛФК	68	97,1	48	96
Аппаратная физиотерапия	70	100	50	100
Талассотерапия	69	98,6	48	96
Санация носоглотки и верхних дыхательных путей	70	100	50	100
Адаптогенопрофилактика	70	100	50	100
Психотерапия	70	100	50	100

Таблица 2

Личностная и реактивная тревожность курсантов (результаты первого этапа исследования)
State and trait anxiety scale of the cadets (results of first stage of the study)

Уровень тревожности	Значения показателей по факультетам							
	ЭМФ (n=70)				СМФ и СВФ (n=50)			
	Вид тревожности							
	Реактивная		Личностная		Реактивная		Личностная	
	Количество	%	Количество	%	Количество	%	Количество	%
Выраженная	49	70,0	38	55,0	35	70,0	30	60,0
Умеренная	14	20,0	22	31,0	10	20,0	15	30,0
Низкая	7	10,0	10	14,0	5	10,0	5	10,0

Примечание: достоверность различий $p < 0,05$.

Установлено, что практическая форма обучения курсантов характеризуется позитивным эмоционально-вегетативным фоном, однако после трех месяцев плавания большая часть курсантов оказывается в состоянии дезадаптации: появляются лица с низкими и очень низкими уровнями реактивности, увеличивается количество лиц с преобладанием ваготонии на фоне легкого и умеренного нарушения здоровья.

Результаты углубленных клинико-лабораторных исследований показали, что среди обследованных практически здоровыми были 39,4%, имели в анамнезе хронические заболевания 60,6%.

Хронический катаральный необструктивный бронхит (ХКНБ) диагностирован у 38,8% обследованных, ЛОР-патология (хронический тонзиллит — 10,6%, хронический синусит — 12,4%, хронический ринофарингит — 5,05%. Патология желудочно-кишечного тракта, преимущественно хронический гастрит, у (4%), в том числе и в сочетании с дискинезией желчевыводящих путей. 3%.

Невозможность полного устранения судовых рисков обосновывает необходимость дальнейшей разработки и внедрения комплекса организационных и медико-профилактических мероприятий, способствующих сохранению здоровья курсантов.

В этой связи разработана система медико-психологической реабилитации, которая представлена методами первичной и вторичной профилактики. Первичная профилактика включает комплекс мероприятий, повышающих резистентность организма с использованием лечебной физкультуры с акцентом на дыхательную мускулатуру; талассотерапии по трем режимам холодовой нагрузки (слабая, средняя, интенсивная); ультрафиолетового облучения грудной клетки по полям; санации носоглотки и верхних дыхательных путей; приема экстракта элеутерококка *per*

os; психотерапии (групповой и индивидуальной), способствующей расширению периферических кровеносных сосудов, усилению деятельности дыхательной системы, усилению выделения двуокиси углерода и приводящей к улучшению общего обмена веществ, трофики миокарда и тканевого дыхания.

Вторичная профилактика заболеваний представлена восстановительным комплексом мероприятий с включением модифицированного метода прерывистой нормобарической гипоксии (ПНГ). Выбор метода повышения резистентности организма основывался на принципе универсальности характера процессов саногенеза и рефлекторном механизме действия всех используемых лечебных факторов; сочетанного однонаправленного их действия, позволяющего стимулировать собственно защитные силы организма.

Для повышения неспецифической резистентности использовался метод ПНГ — оптимальное сочетание стимуляции срочных адаптационных механизмов с долгосрочной перестройкой энергообеспечивающих систем организма.

Метод ПНГ использован одновременно у 2, 4, 6, 8 и 10 пациентов на фоне ВЛ. Больные, имеющие ЛОР-патологию, вдыхают гипоксическую смесь с 12–14% содержанием кислорода в циклическом фракционном режиме не более 1–8 раз за сеанс 5–7 мин. по восходящей, затем 6 мин. — вдыхание атмосферного воздуха. Частота сеансов — 7 раз в неделю. Курс 25 процедур. Больные хроническим необструктивным бронхитом вдыхают гипоксическую смесь с 12–14% содержанием кислорода 6–8 мин. по восходящей, затем 6 мин. — вдыхание атмосферного воздуха. Количество циклов — 6–8 по восходящей. Частота — 7 раз в неделю. Курс — 25 процедур. Суммарное время дыхания ГС в течение одного сеанса 42–54 мин., сеанс с включением времени перерыва для дыхания атмосферным воздухом, не должен превышать 84–102

Таблица 3

Степень выраженности нервно-психического напряжения (результаты первого этапа исследования)
Degree of psycho-emotional strain (results of first stage of the study)

Уровень НПН	Значения показателей по факультетам, %		
	ЭМФ (70 человек)	СВФ (25 человек)	СМФ (25 человек)
Слабое	27,1	56,0	16,0
Умеренное	58,6	16,0	48,0
Чрезмерное	14,3	28,0	36,0

Примечание: достоверность различий $p < 0,05$.

Таблица 4

Динамика клинических симптомов в процессе ВЛ
Change in clinical symptoms during medical rehabilitation

Симптомы	Основная группа (n=70)				Контрольная группа (n=50)			
	До лечения		После лечения		До лечения		После лечения	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Головные боли	61	87,1	5	7,1	45	90,0	12	24,0
Головокружения	48	68,6	0	0,0	29	58,0	7	14,0
Нарушения сна	58	82,9	0	0,0	32	64,0	4	8,0
Повышенная утомляемость	63	90	2	2,9	46	92,0	12	24,0
Снижение работоспособности	54	77,1	2	2,9	39	78,0	16	32,0
Психоэмоциональная лабильность	35	50,0	1	1,4	23	46,0	10	20,0
Метеолабильность	67	95,7	6	8,6	45	90,0	15	30,0
Кашель	10	14,3	0	0,0	6	12,0	2	4,0
Отделение слизистой мокроты	12	17,1	0	0,0	9	18,0	0	0,0
Хрипы	10	14,3	0	0,0	7	14,0	1	2,0

мин. Проведение лечебно-профилактического комплекса с включением ПНГ по разработанной методике позволило добиться выраженного терапевтического эффекта у курсантов с заболеваниями органов дыхания, а также избежать патологической бальнеореакции. Улучшение состояния по клиническим и лабораторным показателям в основной группе с применением ПНГ наступало на 8–9-й день реабилитации, в контрольной — на 21–25-й день применения ВА. При использовании в комплексе ВА метода ПНГ метаболическая ремиссия достигается в 96% случаев. Динамическое наблюдение за курсантами через 3 и 6 месяцев после проведения комплексного ВА, подтвердило, что комплекс с включением метода ПНГ обеспечивает высокий терапевтический эффект. Внедрение мероприятий, направленных на профилактику приоритетной патологии среди курсантов МГУ, позволило повысить резистентность их организма и снизить заболеваемость болезнями органов дыхания (табл. 4).

Следует отметить, что достоверно положительные результаты по улучшению состояния здоровья курсантов получены через 2 года после внедрения программных мероприятий. В период с 2011 по 2016 гг. уровни показателей болезней органов дыхания снизились в 1,7 раза (с $44,4 \pm 0,97$ до $25,8 \pm 0,88$ на 100 осмотренных). При этом, как результат применения этой системы сохранения здоровья курсантов уже в 2013 г. установилась тенденция к снижению показателей общей заболеваемости почти в два раза. Динамика психологического статуса курсантов по результатам, полученным на втором этапе исследования, после применения ВА и ВА в сочетании с ПНГ показала, что в основной группе количество испытуемых с выраженной РТ уменьшилось в 2,5 раза (с 49 до 20 человек), а количество испытуемых курсантов с умеренной тревожностью выросло в 2,9 раза — с 14 до 41 человека.

У курсантов ЭМФ выраженная тревожность снизилась с 70 до 29%, перейдя в умеренную и низкую. В 1,4 раза уменьшилось число испытуемых с высокой личностной тревожностью, а количество респондентов с умеренной личностной тревожностью увеличилось в 1,6 раза.

После проведения данного комплекса лечения курсанты ЭМФ стали менее напряжены и беспокойны, перестали воспринимать большинство возникающих ситуаций как угрожающие.

Количество курсантов контрольной группы СВФ и СМФ с выраженной РТ, получавших только комплекс ВА, увеличилось с 70% до 78%. Испытуемых с умеренным уровнем личностной тревожности стало на 10% меньше, с низким — на 10% больше. Выросло число лиц, склонных к беспокойству, озабоченности, нервозности.

Динамика степени выраженности НПН показала, что в основной группе после воздействия ВА+ПНГ максимальное количество испытуемых обладают умеренным уровнем, а значит, сдержаны в своих проявлениях, чаще испытывают нейтральные и положительные эмоции по отношению к происходящему и в личной, и в профессиональной сфере. Уровень чрезмерного НПН, то есть склонность часто испытывать негативные эмоции по отношению к происходящему в основной группе значительно снизился. В контрольной группе после ВА выросло число испытуемых с экстенсивным уровнем НПН — эти курсанты чаще остальных испытывают негативные эмоции, переживания, могут болезненно реагировать на нейтральные, на первый взгляд, ситуации.

Предложенная система медико-психологической реабилитации с включением метода ПНГ на фоне ВА, по-

зволяет решать не только проблемы улучшения качества учебно-производственной среды, но и способствует снижению показателей заболеваемости, предотвращать дезадаптационные расстройства, снять состояние функционального напряжения организма (особенно в рейсах и послерейсовом периоде), предупреждать психосоматические заболевания. Все это способствует сохранению и укреплению здоровья курсантов и является важным этапом профилактики психических и поведенческих расстройств.

Выводы:

1. Состояние адаптации курсантов высшего морского учебного заведения в процессе профессионального освоения морских специальностей характеризуется повышенным нервно-психическим напряжением, тревогой и регистрируется в 57,3% случаев.

2. Установлено, что после трех месяцев плавания большая часть курсантов оказывается в состоянии дезадаптации: появляются лица со стрессом низких и очень низких уровней реактивности, увеличивается количество лиц с преобладанием ваготонии на фоне легкого и умеренного нарушения здоровья.

3. Формированию дезадаптивных состояний и психосоматической заболеваемости курсантов способствуют следующие профессиональные и производственные факторы: изменение образа жизни со строгим выполнением распорядка дня, наказания, десинхронозы, повышенные физические нагрузки, выполнение работы в сложных погодных условиях, замкнутые пространства, повышенное воздействие шума и вибрации, состояние тревоги, желание избавиться от напряженности, переживание неудачи.

4. Профилактика и лечение психосоматических заболеваний, укрепление психического здоровья курсантов включает медико-психологическую коррекцию: лечебную физкультуру; талассотерапию (режим слабой и средней холодовой нагрузки); назначение препарата адаптогенного действия (экстракт элеутерококка перорально); психотерапию (групповая, индивидуальная), ПНГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 3,11)

1. Мельникова И.П., Кикун П.Ф., Мельников А.Р., Ярыгина М.В. Здоровье курсантов высшего учебного заведения в процессе освоения морских специальностей. Владивосток: Издат. Дом Дальневосточный Федеральный университет; 2015.
2. Кубасов Р.В., Лупачев В.В., Кубасова Е.Д. Медико-санитарные условия жизнедеятельности экипажа на борту морского судна (обзор литературы). *Мед. труда и пром. экол.* 2016; (6): 43–6.
3. Весна Е.Б., Михайленко Е.В. Личностные ресурсы, как фактор адаптации-реадаптации моряков к измененным условиям жизнедеятельности. Петропавловск-Камчатский: КамГУ им. Витуса Беринга; 2011.
4. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Среда обитания и реактивность организма. Тверь: Изд-во Фамилия; 2001.
5. Будук-оол Л.К., Ховалыг А.М., Сарыг С.К. Психологические особенности студентов первокурсников, проживающих в условиях климатогеографического и социального напряжения Республики Тува. *Экология человека.* 2016; 3: 37–42.
6. Лыкова Е.Ю. Физиология адаптации: материалы 2-й Всероссийской науч.-практ. конф. Волгоград: Волгоградское науч. издат-во; 2010: 318–21.
7. Нотова С. В., Алиджанова И. Э., Кияева Е. В., Акимов С. С. Показатели психофизиологической адаптации студентов разных социальных групп. *Экология человека.* 2015; 11: 41–7.

9. Белокобыльский Н.Д., Гараничев В.С., Калинин П.П. и др. Психические нарушения у рыбаков и моряков. Владивосток: Дальнаука; 1995.

10. Есауленко И.Э., Ушаков И.Б., Попов В.И., Петрова Т.Н. Гигиеническое обоснование системы управления профессиональными рисками у студентов. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 4: 13–8.

REFERENCES

1. Melnikova I.P., Kiku P.F., Melnikov A.R., Iarygina M.V. *Health of marine institute cadets during marine professional training.* Vladivostok: Izdat. Dom Dalnevostochnyi Federalnyi universitet; 2015 (in Russian).

2. Kubasov R.V., Lupachev V.V., Kubasova E.D. Medical and sanitary conditions of vital activity of marine ship crew. *Med. truda i prom. ekol.* 2016; (6): 43–6 (in Russian).

3. Carotenuto A., Molino I., Fasanaro A. M., Amenta F. Psychological stress in seafarers: a review. *International Maritime Health.* 2012; 63 (4): 188–94.

4. Vesna E.B., Mikhailenko E.V. *Personality resources as a factor of adaptation — readaptation of sailors to changes in vital activity.* Petropavlovsk-Kamchatskii: KamGU im. Vitusa Beringa; 2011 (in Russian).

5. Agadzhanian H.A., Makarova I.I. *Environment and human reactivity.* Tver': Izd-vo Familiia; 2001 (in Russian).

6. Buduk-ool L.K., Khovalyg A.M., Saryg S.K. Psychological features of first year students living in stressful conditions of climate, geographic position and social strain in Tuva Republic. *Ekologiya cheloveka.* 2016; 3: 37–42 (in Russian).

7. Lykova E.Iu. Adaptation physiology: materials of 2nd Russian scientific and practical conference. Volgograd: Volgogradskoe nauchnoe izdatelstvo; 2010: 318–21 (in Russian).

8. Notova S. V., Alidzhanova I. E., Kiiaeva E. V., Akimov S. S. Parameters of psychophysiological adaptation of students from various social groups. *Ekologiya cheloveka.* 2015; 11: 41–7 (in Russian).

9. Belokobylskii N.D., Garanichev V.S., Kalinskii P.P. et al. *Mental disorders in fishermen and sailors.* Vladivostok: Dalnauka; 1995 (in Russian).

10. Esaulenko I.E., Ushakov I.B., Popov V.I., Petrova T.N. Hygienic basis of occupational risk management in students. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; 4: 13–8 (in Russian).

11. Nielsen M. B., Bergheim K., Eid J. Relationships between work environment factors and workers' well-being in maritime industry. *International Maritime Health.* 2013; 64 (2): 80–8.

Поступила 26.09.2018

УДК: 331.4: 639.2: 349.243

Бухтияров И.В., Головкова Н.П., Хелковский-Сергеев Н.А., Котова Н.И.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕДИЦИНЫ ТРУДА В ПРОМЫШЛЕННОМ РЫБОЛОВСТВЕ РОССИИ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

В связи с подготовкой Российской Федерации к ратификации Конвенции МОТ №188 «О труде в рыболовном секторе» проведен анализ отечественных и зарубежных данных об условиях труда, профессиональных и общих заболеваниях, а также производственном травматизме у рыбаков. Рассмотрены основные положения статей Конвенции МОТ №188 и их соответствие законодательной и нормативно-методической базе РФ. Обоснованы предложения по совершенствованию системы сохранения здоровья в промышленном рыболовстве.

Ключевые слова: промышленное рыболовство; Конвенция МОТ №188; факторы риска; состояние здоровья; нормативно-методическая и законодательная база РФ

Для цитирования: Бухтияров И.В., Головкова Н.П., Хелковский — Сергеев Н.А., Котова Н.И. Современные проблемы медицины труда в промышленном рыболовстве России. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 24–28. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-24-28>

Для корреспонденции: Котова Наталья Ивановна, ст. науч. сотр. ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук. E-mail: kotova@iriioh.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Igor V. Bukhtiyarov, Nina P. Golovkova, Nikita A. Helkowski — Sergeev, Nataliya I. Kotova
MODERN PROBLEMS IN OCCUPATIONAL MEDICINE OF FISHING INDUSTRY IN RUSSIA
Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

For preparation to ratification of ILO Convention No 188 “On work in fishing sector” by Russian Federation, the authors analyzed national and foreign data on work conditions, occupational and general diseases, occupational traumatism among fishermen. General theses of the Convention were considered in their correspondence to legislation and regulation basis of RF. Suggestions to improve health preservation system in fishing industry were justified.

Key words: industrial fishing; ILO Convention No. 188; risk factors; state of health; normative-methodical and legislative base of the Russian Federation

For citation: Bukhtiyarov I.V., Golovkova N.P., Helkowski — Sergeev N.A., Kotova N.I. Modern problems in occupational medicine of fishing industry in Russia. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 24–28. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-24-28>

For correspondence: Nataliya I. Kotova, senior researcher, IRIOH, Cand. Med. Sci. E-mail: kotova@iriioh.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

МОТ относит труд рыбаков к самым опасным профессиям. В рыбопромысловом секторе, по оценке МОТ, ежегодно происходят свыше 24 тыс. несчастных случаев со смертельным исходом и 24 млн случаев более легких травм [1].

Российскую Федерацию по объему вылова рыбы продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН ФАО ставит на 9 место в мире. По данным Росстата в 2017 г. в РФ рыболовством занимались 267 организаций, в которых работали 35 800 человек, из них 5517 женщин. В настоящее время рыболовный флот РФ насчитывает 2200 судов [2]. При этом более 90% судов эксплуатируются сверх нормативного срока службы, который в среднем составляет около 28 лет [3,4].

Конвенция №188 МОТ «О труде в рыболовном секторе» 2007 г. распространяется на всех работников, занятых в промышленном рыболовстве и направлена на обеспечение требований охраны труда и здоровья, медицинского обслуживания, проживания и питания на борту судов. Она заменяет Конвенции №112 «О минимальном возрасте для приема на работу рыбаков», №113 «О медицинском осмотре рыбаков», №114 «О трудовых договорах рыбаков», №125 «О свидетельствах о квалификации рыбаков» и №126 «О помещениях для экипажа на борту рыболовных судов».

Неблагоприятными факторами, которые могут воздействовать на работников при добыче (вылове), переработке водных биоресурсов и производстве отдельных видов продукции из водных биоресурсов, являются: экстремальные метеорологические условия, повышенные уровни шума и вибрации, физические и нервно-психические перегрузки, загазованность и запыленность [5].

По данным ЕС, 65,3% рыбаков подвергаются воздействию высоких и низких температур; от 32,7% до 67,3% заняты перемещением тяжелых грузов; 38,8% рыбаков трудятся в условиях воздействия шума, 34,7% — вибрации. Время воздействия факторов составляет более 25% рабочего времени [6].

Материалы зарубежных исследований свидетельствуют о том, что жалобы на проблемы со здоровьем у рыбаков в течение года связаны с мышечными болями в плечах, шее, верхних конечностях — у 55,1% работников; в нижних конечностях — у 40,8%; общей усталостью — у 40,8%; последствиями травм — у 26,5%; депрессией или тревогой — у 14,3%; бессонницей — у 16,3% [6].

Заболевания кожи отмечены у 42,9% работников. Из мировой практики известно широкое распространение среди рыбаков заболевания экземой кистей рук в результате контакта с рыбным белком или использования резиновых перчаток. Кроме того, у рыбаков и рабочих по переработке рыбы встречаются случаи эризипелоида — бактериальной инфекции из группы зоонозов с преимущественным поражением кожи и суставов, которые встречаются в 30% случаев и реже [7].

При добыче и переработке биоресурсов у работников выявлены случаи заболеваний бронхиальной астмой, обусловленные контактом с различными видами рыб, ракообразными и моллюсками, а также воздействием пыли при производстве рыбной муки [7].

Нарушение слуха зафиксировано у 16,3% рыбаков, сердечно-сосудистые заболевания — у 4,1%. При этом снижение слуха выявлено у 76,9% рыбаков; 61,7% отмечали звон или шум в ушах, 46,1% — головокружение [8].

По данным МОТ, у 28,5% рыбаков выявляется стресс, а у 9,4% — тревожный синдром [9].

Материалы Гамбургского Института профессиональной и морской медицины (Institut für Arbeits und Meer Medizin, Hamburg) свидетельствуют о том, что серьезные медицинские случаи на судах связаны с травмами (37,5%), сердечно-сосудистыми (18,2%), желудочно-кишечными (15,5%), инфекционными (9,8%) и неврологическими (9,1%) заболеваниями. Авторы отмечают, что анализ информации о состоянии здоровья рыбаков и диагнозах заболеваний представлял значительные трудности, так как фактически это были данные о случаях эвакуации или госпитализации больных. Кардиологические и психические заболевания являлись основной причиной эвакуации, травматизм занимает второе место [10,11].

Нарушения психического здоровья среди рыбаков определяют высокий уровень самоубийств, составляющий 15% от общего числа смертельных случаев в море [12].

Описаны случаи отравлений при пожарах на борту, при утечке хлаагентов, химическими веществами, используемыми для консервации рыбы, ядовитыми газами, выделяющимися при анаэробном разложении органических веществ в непроветриваемых трюмах [13].

По данным РОССТАТА, в 2017 г. из 267 организаций рыбопромыслового флота 212 (79,4%) не имели ни одного случая производственного травматизма. Общее количество зарегистрированных травм составило 144 случая, из них — 17 со смертельным исходом. Продолжительность временной утраты трудоспособности по одному случаю составляла 51 день. Следует отметить, что законодательством закреплено право судовладельца на проведение расследования несчастных случаев в море своими силами без привлечения сторонних организаций.

Профессиональные заболевания у рыбаков (23 диагноза) были впервые установлены, по данным РОССТАТА, в 2007 г. В 2016 и 2017 гг. не было зарегистрировано ни одного случая.

Реальная картина состояния здоровья плавсостава в РФ остается не совсем ясной. Например, в Камчатском центре медицинской профилактики, где должны собираться данные по предварительным и периодическим медицинским осмотрам, за 2 года удалось провести только 456 экспертиз профессиональной пригодности и рассмотреть 6 случаев с предварительным диагнозом профзаболевания, из которых три диагноза подтвердились.¹

Вместе с тем, обследование рыбаков на траулерах и плавбазах Дальнего Востока показало, что на нейросенсорную тугоухость приходится 58% всех случаев профзаболеваний, которые, в основном (70%), диагностированы у мотористов, механиков, электриков и других работников машинных отделений. На втором месте стоят заболевания опорно-двигательного аппарата и на третьем — органов дыхания [14].

Анализ статей Конвенции №188 МОТ и законодательной нормативно-правовой базы Российской Федерации в этой области показал их соответствие. При этом некоторые положения российского законодательства имеют более расширенные толкования.

Федеральный закон №166-ФЗ от 20.12.2004 «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»

¹ Ганюк Я. Газета Рыбак Камчатки. <http://rybak.kam-krai.ru/365-ty-neveisja-ch-rnyi-voron-v-god-petuha.html>.

расширяет определение «промыслового рыболовства», представленное в статье 1 Конвенции №188, распространяя его на добычу любых водных биоресурсов, их обработку, перегрузку, транспортировку, хранение и переработку на судах.

Законодательство РФ устанавливает более жесткие требования к возрасту для приема на работу на борту, по сравнению с положениями статей 9, 10, 11 Конвенции №188 и не связывает ограничения с размерами судна и временем пребывания в море. Так, лицам моложе 18 лет запрещается работать на морских, речных и озерных судах всех видов флотов рыбной промышленности, на плавучих заводах и базах, холодильниках, доках и мастерских в соответствии с Постановлением Правительства РФ №163 от 25.02.2000 г. «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет». Кроме того, Трудовой кодекс РФ (статья 96) запрещает работу в ночное время с 22 часов до 6 часов работникам, не достигшим 18 лет.

Ограничения касаются также использования труда женщин. В соответствии с Постановлением Правительства РФ №162 от 25.02.2000 г. «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин» (раздел «Добыча и переработка рыбы») запрещается использовать труд женщин на всех промысловых, поисковых и приемно-транспортных судах. Исключения составляют морские плавучие рыбоконсервные заводы, обрабатывающие базы, большие морозильные траулеры и рефрижераторные суда, кроме профессий и должностей, указанных в разделах «Морской транспорт» и «Речной транспорт».

Статья 8 Конвенции №188 определяет ответственность владельца рыболовного судна и капитана за безопасность, обучение и выполнение рыбаками требований по технике безопасности и гигиены труда. В Российской Федерации функции по охране труда, сохранению жизни и здоровья экипажа возлагаются, в соответствии с Уставом службы на судах рыбопромыслового флота РФ, утвержденного Приказом Роскомрыболовства №140 от 30 августа 1995 г., на капитана судна (капитана-директора, шкипера).

Требования медицинского освидетельствования рыбаков изложены в статьях 10–12 Конвенции №188.

Российская Федерация является участницей Конвенций МОТ №73 «О медицинском освидетельствовании моряков» и №113 «О медицинском осмотре рыбаков». В статье 55 «Требования к состоянию здоровья лиц, допущенных к работе на судне» Кодекса торгового мореплавания (КТМ) определено требование к лицам, допущенным к работе на судне, ежегодно проходить медицинский осмотр, включая исследования на наличие в организме наркотических и психотропных веществ. Они проводятся в соответствии с Инструкцией «О проведении обязательных предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров плавсостава морского, речного, рыбопромыслового флотов» №511 от 06.09.1989 года. В настоящее время Минздравом России разработан новый проект «Порядка проведения медицинского осмотра лиц, поступающих на работу на морские суда, суда внутреннего плавания и суда смешанного (река — море) плавания, а также лиц, работающих на таких судах». В соответствии с проектом медицинский осмотр моряков будет проводиться врачебной комиссией в порядке, установленном приказом Министерства здравоохранения и социального

развития РФ №502н от 05.05.2012 г. Объем медицинских лабораторных и функциональных исследований в проекте значительно расширен.

Минздравом России подготовлен также проект «Порядка проведения обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров...», включающий требования к работникам, занятым переработкой продукции на рыболовецких судах (31.12.2015). Вопрос допуска к работе решается на основании состояния здоровья члена экипажа, выраженности патологического процесса, возраста, стажа работы, профессиональной подготовки, условий труда, особенностей рейса, его длительности и данных амбулаторной карты, представляемых судовым медработником. Ответственность за организацию явки членов экипажа судов на медицинское освидетельствование в период между рейсами несет работодатель. Результаты освидетельствования заносятся в медицинскую книжку моряка. Кроме того, предусмотрено проведение медицинских осмотров работников перед вахтами.

Лица, заболевшие в рейсе и нуждающиеся в дополнительном обследовании, лечении или внеочередном медицинском переосвидетельствовании по заключению судового врача или администрации судна, направляются на медицинский осмотр в порт временной стоянки судна. Судовые медработники должны информировать об этом медицинские учреждения в порту приписки судна с подробным эпикризом и записью в медицинской книжке моряка.

В настоящее время Перечень заболеваний, препятствующих работе на морских судах, судах внутреннего плавания, а также на судах смешанного (река — море) плавания, утвержденный Постановлением Правительства РФ №742 от 24.06.2017 г. включает 108 различных заболеваний и расстройств и учитывает противопоказания для плавания в районах с жарким климатом, в Арктике и Антарктике. Индивидуальное ограничение работы определяется дифференцированно для различных профессиональных групп.

Требования статей 13 и 14 Конвенции №188 о достаточной численности экипажей для обеспечения безопасности и предоставления периодов отдыха в законодательстве РФ закреплены в статье 53 КТМ РФ, предусматривающей необходимость соблюдения продолжительности рабочего времени и недопущения перегрузки членов экипажа работой. Кроме того, продолжительность рабочего времени для плавашего состава не более 40 часов в неделю, а ежедневной работы — 7 часов закреплены в «Положении об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей морских судов и судов смешанного (река-море) плавания (утверждено Приказом Минтранса России №268 от 20.09.2016), а также в «Положении об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха отдельных категорий работников рыбохозяйственного комплекса, имеющих особый характер работы» (утверждено Приказом Государственного комитета по рыболовству РФ №271 от 8 августа 2003 г.). Устав службы на судах рыбопромыслового флота устанавливает 3-сменную или, при необходимости, 2-сменную вахту. Сроки пребывания экипажей в море не должны превышать: 110 суток для малых судов, 135 суток — для средних судов, 150 суток — для больших судов и 165 суток — для крупных судов; для отдыха экипажа предусмотрены заходы в порты продолжительностью трие суток.

Статьи 26 и 28 Конвенции №188 требуют принятия нормативно-правовых актов, регламентирующих устройство и оборудование помещений для экипажа с учетом

продолжительности нахождения на борту. Требованиям Конвенции соответствуют: «Положение о порядке выдачи разрешений на строительство, приобретение, аренду и переоборудование рыбопромысловых, научно-исследовательских, поисковых и рыбоохранных судов» (утверждено Приказом Роскомрыболовства №120 от 2 июня 1993 г.); Санитарные правила для судов флота рыбной промышленности внутренних водоемов № 2195–80; Санитарные правила для морских судов промыслового флота №1814–77 (ред. от 18.06.1987), в которых представлены требования к каютам, спальным местам, санитарно-бытовым помещениям, пищеблоку, вентиляции, отоплению и кондиционированию воздуха, освещению, уровням шума и вибрации, водоснабжению и сточным системам, а также к контролю над ними. Кроме того, действуют Санитарные нормы, предъявляемые к устройству, оборудованию и эксплуатации помещений для занятий физкультурой на морских судах промыслового флота СССР СН–4612–88.

Статья 27 Конвенции №188 указывает на необходимость принятия нормативно-правовых актов по обеспечению рыбаков качественными продуктами питания и питьевой водой. В российском законодательстве эти вопросы регламентируются требованиями статьи 60 КТМ РФ, Постановлением Правительства РФ №628 от 30 июля 2009 г. «О рационе питания экипажей морских и речных судов рыбопромыслового флота» и Санитарными правилами для морских судов промыслового флота №1814–77 (ред. от 18.06.1987).

Статьи 29 и 30 Конвенции №188 определяют требования к медицинскому обеспечению на рыболовных судах с учетом численности экипажа, района промысла и продолжительности плавания. Конвенция обращает внимание на необходимость иметь на борту работников, прошедших обучение по оказанию первой медицинской помощи, возможность радио или спутниковой связи для медицинских консультаций, а также возможность высадки заболевшего или пострадавшего на берег для лечения.

В Российской Федерации ответственность за охрану здоровья работников на судах, в соответствии со статьей 60 КТМ РФ, возлагается на судовладельца. Требования к охране здоровья, лечению членов экипажа и санитарному состоянию судна регламентируются Уставом службы на судах рыбопромыслового флота РФ. Возглавляет службу старший судовый врач или фельдшер, подчиняющийся капитану (пункт 10.1.1 Санитарных правил №1814–77).

В настоящее время «Положение о судовом враче, перечне изделий медицинского назначения и медицинских препаратов для судов морского, речного, озерного рыбопромысловых флотов и плавучих производственных объектов» отменено и пересматривается.

При отсутствии на судне медицинского персонала обязанность оказывать первую медицинскую помощь возлагается на старшего помощника капитана или шкипера при наличии соответствующей медицинской подготовки (пункт 9.1.1 «Санитарных правил для судов флота рыбной промышленности внутренних водоемов» №2195–80 от 07.08.1980). Если медицинская помощь не может быть оказана на судне, капитан обязан обеспечить доставку пострадавшего в ближайший порт и известить об этом судовладельца и консульство РФ (статья 64 КТМ РФ).

Возможность получить по радио медицинскую консультацию предусмотрена пунктом 9.1.1 упомянутых Санитарных правил №2195–80. В настоящее время Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» №323-ФЗ от 21.11.2011 и Приказ Минздрава

России №965н от 30.11.2017 «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» позволяют проводить дистанционное консультирование с привлечением медицинских специалистов высокой квалификации.

Статья 31 Конвенции №188 требует принятия законодательных и нормативно-правовых актов по предупреждению несчастных случаев и профзаболеваний, оценке рисков и их контролю, обучению и инструктажу, определению ответственности судовладельцев и рыбаков за обеспечение мер безопасности и гигиены труда, уведомлению о несчастных случаях и их расследованию, формированию паритетных комитетов по безопасности и гигиене труда. Этим положениям соответствуют «Правила по охране труда на судах морского и речного флота», утвержденные Приказом Минтруда России №367н от 05.06.2014 г.

Статья 33 Конвенции №188 предусматривает оценку профессиональных рисков. В Российской Федерации оценка профессионального риска проводится в соответствии с «Руководством по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» Р 2.2.1766–03. Однако, учитывая сложность проведения оценки рисков на судах, целесообразна разработка специального методического документа.

Требования статей 38 и 39 Конвенции №188, определяющие меры защиты рыбаков в случае заболеваний, травм или смерти при исполнении профессиональных обязанностей, регламентируются общим трудовым законодательством РФ.

Выводы:

1. Данные по условиям труда и состоянию здоровья рыбаков в России и других странах свидетельствуют о существовании повышенных рисков нарушения их здоровья в процессе трудовой деятельности.

2. Анализ основных статей Конвенции №188 МОТ «О труде в рыболовном секторе» свидетельствует, что законодательство и нормативно-методическая база РФ в целом соответствуют ее положениям.

3. В связи с принятием данной Конвенции необходимо пересмотреть устаревшие нормативно-методические документы, а также, в соответствии с Рекомендацией МОТ №199 «О труде в рыболовном секторе», разработать перечень заболеваний, которые могут возникать в результате воздействия опасных и (или) вредных условий труда на лиц, занятых в рыболовном секторе.

4. Необходимо создание автоматизированной компьютерной системы для всех предприятий Роскомрыболовства, объединяющей оценку рисков развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний, формирование групп риска, оценку эффективности проведения медико-профилактических мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES пп. 6,8,10–12)

1. Безопасность на море в рыбопромысловом секторе. FAO. Комитет по рыбному хозяйству. Тридцать первая сессия. Рим, 9–13 июня 2014 года. COFI/2014/Inf.14. <http://www.fao.org/3/a-mk073r.pdf>.
2. Российский статистический ежегодник. 2017: Стат. сб. Госкомстат России. М.; 2017.
3. Мейлер А.Е., Мойсеенко С.С. Анализ проблем обеспечения безопасности в мореплавании и промышленном рыболовстве. Бюллетень федерального агентства по рыболовству «Безопасность мореплавания и ведения промысла». 2017; 1: 56–

63. http://fish.gov.ru/files/documents/otraslevaya_deyatelnost/bezopasnost_moreplavaniya/bm.pdf.

4. Зверева Е. Квоты и киль: об обновлении рыболовного флота. *Морской бизнес северо-запада*. 2016 г. №43. <http://mbsz.ru/?p=25212>

5. Правила по охране труда при добыче (вылове), переработке водных биоресурсов и производстве отдельных видов продукции из водных биоресурсов №604н (утв. Минтрудом России 2 ноября 2016 г.).

7. Regina Jackel, Ulrike Tittelbach Wolfram Dietmar Schneider. Биологические факторы риска. ИПС «Кодекс» <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857400128&spack=100LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857400007%26listid%3D01000000100%26listpos%3D6%26lsz%3D7%26nd%3D857400007%26nh%3D1%26>.

9. Доклад MOT «Стресс на рабочем месте: коллективный вызов». Всемирный день охраны труда 28 апреля 2016 г. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-moscow/documents/genericdocument/wcms_472308.pdf

13. Vilhjalmur Rafnsson. Проблемы здоровья и структура заболеваний. ИПС «Кодекс». <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857200142&spack=000LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857200132%26listid%3D010000000200%26listpos%3D0%26lsz%3D1%26nd%3D857200132%26nh%3D2%26>

14. Профессиональное заболевание рыбаков — глухота. *Медицинский портал*, 2011, 19 октября: 606. <https://www.medcentre.com.ua/articles/Professionalnoe-zabolevanie-rybakov-gluhota-30754>

REFERENCES

1. Bezopasnost na more v rybopromyslovom sektore. FAO. Komitet po rybnomu hozyajstvu. Tridcat' pervaya sessiya. Rim, 9–13 iyunya 2014 goda. (in Russian). COFI/2014/Inf. 14. <http://www.fao.org/3/a-mk073r.pdf>.

2. *Russian statistical yearbook*. 2017: Stat. sb. Goskomstat Ros-sii. M.; 2017 (in Russian).

3. Mejler L.E., Mojseenko S.S. *Analiz problem obespecheniya bezopasnosti v moreplavanii i promyshlennom rybolovstve. Bezopasnost' moreplavaniya i vedeniya promysla*. Kaliningrad: Izd-vo BGARF FGBOU VO «KGTU» 2017; 1: 56–63. http://fish.gov.ru/files/documents/otraslevaya_deyatelnost/bezopasnost_moreplavaniya/bm.pdf. (in Russian).

4. Zvereva E. Quotas and keel: updating the fishing fleet. *Morskoy biznes severo-zapada*. 2016; 43. (in Russian). <http://mbsz.ru/?p=25212>.

5. Pravila po ohrane truda pri dobyche (vylove), pererabotke vodnyh bioresursov i proizvodstve otdel'nyh vidov produkci iz vodnyh bioresursov №604n (utv. Mintrudom Rossii 2 noyabrya 2016 g.) (in Russian).

6. Karla Van den Broek Musculoskeletal disorders in fisheries. OSHwiki. https://oshwiki.eu/wiki/Musculoskeletal_disorders_in_fisheries.

7. Regina Jackel, Ulrike Tittelbach Wolfram Dietmar Schneider. *Biologicheskie faktory riska*. IPS “Kodeks” <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857400128&spack=100LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857400007%26listid%3D010000000100%26listpos%3D6%26lsz%3D7%26nd%3D857400007%26nh%3D1%26> (in Russian).

8. Bianca Simone Zeigelboim, Thanara Pruner da Silva, Hugo Carvalho, Diego Augusto de Brito Malucelli, Claudia Giglio de Oliveira Gonçalves, Evelyn Joyce Albizu, Paulo Breno Noronha Liberalesso, Adriana Bender Moreira de Lacerda, and Gerusa Lopes Barilari. Otoneurologic Findings in a Fishermen Population of the State of Santa Catarina: Preliminary Study. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2014. 18 (1): 6–10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4296937/>.

9. Doklad MOT «Stress na rabochem meste: kollektivnyy vyzov». Vsemirnyy den' ohrany truda 28 aprelya 2016 g. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-moscow/documents/genericdocument/wcms_472308.pdf (in Russian).

10. Marcus Oldenburg. Risk of cardiovascular diseases in seafarers. *Int Marit Health* 2014; 65, 2: 53–57. DOI: 10.5603/IMH.2014.0012/ <https://pdfs.semanticscholar.org/deaa/4469ad7970da0b01379ccd0dca4eb39a789c.pdf>.

11. Jaremin B, Kotulak E. Myocardial infarction (MI) at the work-site among Polish seafarers. The risk and the impact of occupational factors. *Int Marit Health*. 2003; 54 (1–4): 26–39. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14974775>.

12. Marcus Hand. Suicide the top cause of seafarer deaths. *Seatrade Maritime News*. 18 May 2017. <http://www.seatrade-maritime.com/news/asia/suicide-the-top-cause-of-seafarer-deaths.html>.

13. Vilhjalmur Rafnsson. Problemy zdorov'ya i struktura zabolevanij. IPS “Kodeks”. <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857200142&spack=000LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857200132%26listid%3D010000000200%26listpos%3D0%26lsz%3D1%26nd%3D857200132%26nh%3D2%26> (in Russian).

14. Professional'noe zabolevanie rybakov — глухота. *Медицинский портал*, 2011, 19 oktyabrya, 606. <https://www.medcentre.com.ua/articles/Professionalnoe-zabolevanie-rybakov-gluhota-30754> (in Russian).

Поступила 12.11.2018

ДИСКУССИИ

УДК 619.6:616–057:616.9

Прокопенко Л.В., Лагутина А.В.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ: ВОПРОСЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

Введение. При проведении специальной оценки условий труда (СОУТ) нередко биологический фактор не идентифицируется как вредный производственный фактор при работах с инфицированным и (или) потенциально инфицированным материалом (включая полевой, клинический, секционный), подозрительным на содержание патогенных биологических агентов (ПБА), не учитывается также аллергический компонент воздействия биологического фактора на организм работника.

Цель работы — совершенствование методов идентификации и оценки биологического фактора, критериев и классификации условий труда работников, контактирующих с ПБА, для объективизации оценки их условий труда.

Материалы и методы. По данным Роспотребнадзора проанализирована профессиональная заболеваемость от воздействия биологических факторов за период с 2005 г. по 2017 г.

Проведен анализ условий труда работников, имеющих контакт с биологическими факторами, по результатам аттестации рабочих мест (АРМ) по условиям труда, выполненной Испытательной лабораторией ФГБНУ «НИИ МТ» в период с 2001 г. по 2013 г. на 1024 РМ медицинских и немедицинских работников учреждений здравоохранения г. Москвы, 26 РМ работников ФГБНУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи» МЗ России, 32 РМ работников очистных сооружений МГУП «Промотходы».

Анализ условий труда работников за период с 2014 г. по 2017 г. проводился по результатам СОУТ на 326 РМ (данные ФГБНУ «НИИ МТ»).

Результаты и обсуждение. Научно обоснованы пути повышения качества и адекватности оценки условий труда по биологическому фактору на РМ работников, имеющих контакт с ПБА. Для объективизации оценки условий труда по биологическому фактору предложена «Классификация условий труда при воздействии биологического фактора», что позволит идентифицировать и оценивать риски для здоровья с учетом всех биологических объектов на РМ работников.

Заключение. Предложенная «Классификация условий труда при воздействии биологического фактора» позволит усовершенствовать идентификацию и оценку биологического фактора как вредного производственного фактора на всех РМ с патогенными микроорганизмами, а также проанализировать профессиональные риски нарушения здоровья работников и обосновать мероприятия по их минимизации.

Ключевые слова: биологический фактор; патогенные биологические агенты; профессиональная заболеваемость; классификация условий труда; специальная оценка условий труда; риск нарушения здоровья

Для цитирования: Прокопенко Л.В., Лагутина А.В. Оценка биологического фактора на рабочих местах: вопросы и предложения. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 29–34. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-29-34>

Для корреспонденции: Лагутина Алла Владимировна, ст. науч. сотр. лаб. физических факторов ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук. E-mail: alagutina@inbox.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Lyudmila V. Prokopenko, Alla V. Lagutina

EVALUATING BIOLOGIC FACTOR AT WORKPLACES: QUESTIONS AND SUGGESTIONS

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Introduction. Special evaluation of work conditions sometimes fails in identifying biologic factor as an occupational hazard in work with infected and (or) potentially infected materials (including field, clinical, autopsy samples) suspicious for presence of pathogenic biologic agents, as well as considering allergic component in biologic factor's influence on workers exposed.

Objective is to improve methods of identification and evaluation of biologic factor, criteria and classification of work conditions for workers exposed to pathogenic biologic agents, for more objective assessment of their work conditions.

Materials and methods. Based on Rospotrebnadzor data, the authors analyzed occupational morbidity caused by exposure to biologic factors over 2005–2017.

Analysis also covered work conditions of workers exposed to biologic factors, according to results of workplace certification by work conditions, performed by Testing Laboratory FGBNU «NII MT» over 2001–2013 at 1024 workplaces of medical and non-medical personnel in medical institutions of Moscow, 26 workplaces of FGBNU «N.F. Gamaleya National Research Institute of epidemiology and microbiology» with RF Health Ministry, 32 workplaces in purification facilities MGUP «Promotkhody».

Analysis of the work conditions over 2014–2017 was based on results of special evaluation of work conditions at 326 workplaces (data by FGBNU «NII MT»).

Results and discussion. The authors scientifically justified ways to improve quality and adequacy of work conditions evaluation by biologic factor at workplaces of individuals exposed to biologic pathogens. To objectify the work conditions evaluation by biologic factor, the authors suggested a «Classification of work conditions under exposure to biologic factor» that helped to identify and evaluate health risks with consideration of all biologic objects at the workplaces.

Conclusion. Suggested «Classification of work conditions under exposure to biologic factor» helps to identify and evaluate biologic factor as an occupational hazard at all workplaces with pathogenic microbes, as well as analyze occupational health risks for workers and justify measures to minimize those risks.

Key words: biological factor; pathogenic biological agents; occupational morbidity; classification of work conditions; special assessment of work conditions; health risk

For citation: Prokopenko L.V., Lagutina A.V. Evaluating biologic factor at workplaces: questions and suggestions. *Med. truda i prom. ecol.* 2018. 12: 29–34. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-29-34>

For correspondence: Alla V. Lagutina, junior researcher, laborarory of physical factors, IRIOH, Cand. Med. Sci. E-mail: alagutina@inbox.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Ведение. Вопросы разработки и научного обоснования гигиенической оценки факторов рабочей среды и трудового процесса, в частности, такого распространенного как биологический фактор, по-прежнему остаются актуальными.

При СОУТ оценка биологического фактора на РМ работников осуществляется в соответствии с приказом Минтруда России от 20 января 2015 г №24н, п. 29 (приказ Минтруда РФ) для строго определенного контингента работников [7]. Это не позволяет провести объективную оценку и идентификацию биологического фактора как вредного производственного фактора на всех РМ работников, имеющих контакт с ПБА, и, соответственно, оценить профессиональный риск здоровью.

Оценка биологического фактора при проведении СОУТ, производственного контроля требует более четкой идентификации фактора на РМ работников, имеющих контакт с ПБА, включая все биологические объекты и профессиональные риски их воздействия. Необходимо также дальнейшее совершенствование принципов и критериев гигиенической классификации условий труда при воздействии биологического фактора.

Цель работы — совершенствование методов идентификации и оценки биологического фактора, критериев и классификации условий труда работников,

контактирующих с ПБА, для объективизации результатов оценки их условий труда (при производственном контроле, СОУТ и др.).

Материалы и методы. По данным Роспотребнадзора проанализирована профессиональная заболеваемость от воздействия на организм работников биологических факторов за период с 2005 г. по 2017 г.

Проанализированы данные по условиям труда работников, контактирующих с биологическими факторами: медицинских и немедицинских работников учреждений здравоохранения г. Москвы (1024 РМ), работников ФГБНУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России (26 РМ) и 32 РМ работников очистных сооружений МГУП «Промотходы» (использованы материалы испытательной лаборатории ФГБНУ «НИИ МТ» за 2001–2013 гг.).

Анализ условий труда работников за период с 2014 г. по 2017 г. проводился по результатам СОУТ на 326 РМ.

Результаты и обсуждение. В структуре профессиональных болезней, по данным Роспотребнадзора, заболевания, вызванные воздействием на организм работника биологических факторов, ежегодно занимают 5 ранговое место, имея тенденцию к снижению. За период с 2005 г. по 2017 г. удельный вес профзаболеваний от воздействия

Таблица 1

Динамика и структура ПЗ от воздействия биологического фактора, %
Dynamics and structure of occupational diseases caused by biological factors, %

Год	Удельный вес ПЗ			Ведущая нозологическая форма ПЗ			
	РФ	Виды экономической деятельности		Туберкулез органов дыхания	Бруцеллез	Вирусный гепатит	Туберкулез других органов
		Здравоохранение и предоставление социальных услуг	Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство				
2005	6,20	62,3	30,5	59,8	19,9	10,7	4,5
2006	5,22	63,1	30,67	54,63	24,7	10,82	4,48
2007	4,51	64,5	31,4	44,96	35,6	10,95	4,32
2008	5,17	75,97	20,41	48,57	37,72	8,26	4,27
2009	4,46	70,29	23,34	44,82	42,71	6,9	3,18
2010	4,22	72,27	23,30	48,67	42,18	4,13	3,24
2011	3,76	70,53	24,40	45,53	46,43	3,87	2,38
2012	3,90	67,21	28,57	37,66	50,97	6,49	2,3
2013	2,74	64,28	30,80	42,86	49,11	4,92	2,23
2014	2,26	77,53	15,74	48,88	39,33	6,74	2,27
2015	2,31	77,19	18,79	50,88	42,11	4,09	2,34
2016	2,66	88,76	13,22	58,62	30,46	2,30	5,75
2017	1,92	63,96	9,91	51,35	31,53	6,31	6,31

биологических факторов снизился с 6,2% до 1,92% от всех зарегистрированных случаев профзаболеваний (табл. 1).

Заболевания выявляются, в основном, в двух видах экономической деятельности: здравоохранение и предоставление социальных услуг, сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство.

Ведущими нозологическими формами среди профессиональных заболеваний (ПЗ), обусловленных воздействием биологических факторов, являются туберкулез органов дыхания, бруцеллез, туберкулез других органов и вирусный гепатит (табл. 1).

Анализ распределения ПЗ от воздействия биологических факторов по классам условий труда в течение 2009–2017 гг. показал, что отмечается высокий удельный вес заболеваний, диагностированных у работников, занятых во вредных условиях труда (класс 3.3 и 3.2) и на РМ с «неустановленным классом условий труда».

Биологический фактор занимает первое место среди производственных факторов, повлекших возникновение ПЗ у работников здравоохранения, удельный вес которых составил в 2015 г. — 49,50%, 2016 г. — 57,28%, 2017 г. — 57,26% [1].

ПЗ за период с 2009 г. по 2017 г. были выявлены у врачей, медицинских сестер, санитарок (мойщиц). При этом отмечалась тенденция роста числа ПЗ среди среднего и младшего медицинского персонала.

До введения в действие Федерального закона от 28.12.2013 г. №426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [2] класс условий труда определялся по результатам АРМ по условиям труда в соответствии с действующими критериями и классификацией условий труда по Р 2.2.2006–05 [3].

При этом вредный класс условий труда третьей степени (3.3) устанавливался на РМ работников, имеющих контакт с возбудителями инфекционных заболеваний (за исключением особо опасных), и работников патоморфологических отделений, прозекторских, моргов. Вредный класс второй степени (3.2) определялся на РМ работников предприятий кожевенной и мясной промышленности и работников, занятых ремонтом и обслуживанием канализационных сетей.

Оценка биологического фактора по Р 2.2.2006–05 имеет определенные недостатки [4] и требует уточнений и дополнений, но в тоже время анализ условий труда работников по результатам АРМ показал:

1) биологический фактор идентифицировался как вредный производственный фактор практически на всех РМ работников, имеющих контакт с биологическими объектами.

2) результаты оценки условий труда (вредный класс второй и третьей степени — 3.3 и 3.2) на РМ работников, имеющих контакт с ПБА, по Р 2.2.2006–05, коррелировали с высоким уровнем профзаболеваемости работников.

Основная категория медицинских работников осуществляет лечебно-диагностическую и профилактическую помощь больным с уточненным и неуточненным эпиданамнезом, т. е. не работает непосредственно с патогенными микроорганизмами. Оценка биологического фактора для данной категории вызывает существенные трудности, несмотря на разъяснения Минтруда России и других специалистов [8]. Формулировка приказа Минтруда РФ дает юридическое основание, как работодателям, так и экспертам по проведению СОУТ, не идентифицировать и не оценивать биологический фактор на указанных РМ. Анализ результатов проведения СОУТ, как правило, подтверждает данное положение.

Кроме того, при проведении идентификации биологического фактора на РМ медицинских и иных работников, непосредственно осуществляющих медицинскую деятельность, не учитывается микробиологический состав

воздуха в медицинских организациях, обусловленный наличием госпитального микробного пейзажа.

Специфика возбудителей внутрибольничной инфекции (ВБИ) определяется профилем медицинской организации [9], что подтверждается данными мониторинга микробиологического контроля внутрибольничной среды и нозологическими формами заболеваний медицинских работников (заболевания, вызванные стрептококками, стафилококками, острые респираторные инфекции и др.) [10].

В условиях распространения ВИЧ-инфекции, парентеральных вирусных гепатитов и других инфекций (гепатит G, ретровирусный Т-клеточный лейкоз, герпетические инфекции, токсоплазмоз, прионные инфекции и др.), кровь на наличие их возбудителей в настоящее время не проверяется в обязательном порядке [11], искусственный механизм передачи инфекции, связанный с широким проведением инвазивных диагностических и лечебных процедур, способствует возникновению высоких профессиональных рисков развития инфекционных заболеваний у работников здравоохранения. В структуре ПЗ работников здравоохранения вирусный гепатит является одной из ведущей нозологической формой (табл. 1).

Практика оценки биологического фактора при проведении СОУТ показывает, что в приложении №9 приказа Минтруда РФ недостаточно корректно представлена градация патогенных микроорганизмов по группам патогенности с указанием форм инфекционных заболеваний и, соответственно, классов условий труда:

— «I группа патогенности — возбудители особо опасных инфекций»;

— «II группа патогенности — возбудители высококонтагиозных эпидемических заболеваний человека»;

— «III группа патогенности — возбудители инфекционных болезней, выделяемые в самостоятельные нозологические группы»;

— «IV группа патогенности — условно-патогенные микроорганизмы (возбудители оппортунистических инфекций)».

Например, определение «I группа патогенности — возбудители особо опасных инфекций» несет в себе определенные разногласия с рекомендациями ВОЗ как в части терминологии («особо опасные инфекции»), так и в части строгого определения группы патогенности («I группа патогенности»).

В Международных медико-санитарных правилах 2005 г. (ММСП–2005) [12], термин «особо опасные инфекции» не используется, поскольку сфера их применения включает не только конкретное инфекционное заболевание и механизм передачи, но и «перечень событий, которые могут представлять собой чрезвычайную ситуацию в системе охраны здоровья в международном масштабе», который разделен на 2 группы:

— «...случай заболевания следующими болезнями является необычным или неожиданным и может оказать серьезное воздействие на здоровье населения (оспа, полиомиелит, вызванный полиовирусом дикого типа, человеческий грипп, вызванный новым подтипом, тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС)»;

— «...любое событие с участием следующих болезней всегда должно приводить к использованию данного алгоритма, так как они продемонстрировали способность оказывать серьезное воздействие на здоровье населения и быстро распространяться в международных масштабах (холера, легочная чума, желтая лихорадка, вирусная геморрагическая лихорадка (Эбола, Ласса, Марбург), лихорадка Западного Нила, другие болезни, вызывающие особую национальную

и региональную обеспокоенность)». В России к таким заболеваниям причисляются сибирская язва и туляремия.

Возбудителями вышеперечисленных инфекционных заболеваний в соответствии с классификатором биологических агентов, вызывающих болезни человека, по группам патогенности [6], являются микроорганизмы I, II, III групп патогенности.

В РФ термин «особо опасные инфекции» сохраняется и трактуется как «состояние зараженности организма людей или животных, проявляющееся в виде инфекционной болезни, прогрессирующей во времени и пространстве и вызывающей тяжелые последствия для здоровья людей и сельскохозяйственных животных либо летальные исходы» [13]. В соответствии с санитарными правилами 1.3.3118–13, п. 2.2.2.8, термин «особо опасные инфекции» предполагает «заболевания, предположительно вызванные микроорганизмами I — II групп патогенности ...» [6].

Поскольку Постановлением Главного государственного санитарного врача от 11.05.2007 г. ММСП–2005 введены в действие на территории Российской Федерации [14], необходимо гармонизировать с ними нормативно-правовые акты РФ по обеспечению биологической безопасности работников, в том числе в части оценки условий труда на РМ.

Другим примером некорректного соотношения групп патогенности микроорганизмов с проявлением инфекционного процесса является тот факт, что не все ПБА являются возбудителями тех форм инфекционных заболеваний, которые указаны в приложении №9 приказа Минтруда РФ. Например, вирус Эпштейна-Барр, вирус цитомегалии, грибы *Cryptococcus neoformans*, *Candida albicans*, *Aspergillus* являются возбудителями оппортунистических инфекций, при этом относятся к III группе патогенности [6].

В Методике проведения СОУТ есть ссылка на санитарные правила 1.3.3118–13, которые определяют «патогенные биологические агенты» не только как патогенные для человека микроорганизмы, генно-инженерно-модифицированные микроорганизмы, яды биологического происхождения (токсины), гельминты, но и как объекты и материалы, включая полевой, клинический, секционный, подозрительные на содержание перечисленных агентов [6], биологический фактор, в соответствии с приказом Минтруда РФ [7], не идентифицируется как вредный производственный фактор на РМ работников, имеющих контакт с инфицированным или потенциально инфицированным материалом.

Исследования микробиологической загрязненности воздуха рабочей зоны и поверхности оборудования на предприятии по переработке твердых бытовых отходов [15] и станции биологической очистки промышленных сточных вод [16] выявили высокую бактериальную и плесневую контаминацию окружающей производственной среды, что создает угрозу аллергизации и инфицирования работников.

Анализ результатов СОУТ показал, что оценка биологического фактора не проводится на РМ:

- немедицинского персонала инфекционных и противотуберкулезных лечебно-профилактических учреждений;
- работников патоморфологических отделений, прозекторских и моргов;
- работников водоочистных сооружений;
- работников предприятий кожевенной и мясной промышленности;
- работников жилищно-коммунального хозяйства, занятых ремонтом и обслуживанием канализационных приборов, коммуникаций и сооружений;
- работников полигонов бытовых отходов и др.

Воздействие биологического фактора на работников железнодорожного транспорта обусловлено отраслевыми особенностями их труда. Контакт работников рабочих профессий железнодорожной отрасли со средами, не отвечающими нормативам по микробиологическим показателям [17], является причиной около 40% случаев заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Методика проведения СОУТ не позволяет идентифицировать биологический фактор как вредный производственный по целому ряду РМ в железнодорожной отрасли и соответственно обеспечить биологическую безопасность персонала [18].

Аналогичная ситуация сложилась на РМ работников, занятых в животноводстве (чабаны, пастухи, скотники, доярки и др.). Авторами Методики СОУТ проигнорированы данные многочисленных исследований [19], которыми показано, что одним из ведущих вредных производственных факторов в животноводстве является биологический, обусловленный постоянным контактом с животными, которые нередко служат источниками инфекционных заболеваний. Установлено также, что в воздухе рабочей зоны помещений животноводческих комплексов содержится целый ряд патогенных микроорганизмов, концентрации которых значительно превышают допустимые нормативы.

В структуре ПЗ, вызванных воздействием биологических факторов, бруцеллез занимает второе место (табл. 1). Он был выявлен в профессиональных группах работников сельского хозяйства и работников, занятых в животноводстве (табл. 2).

Не предусмотрена также оценка биологического фактора на РМ при проведении работ в условиях лесных массивов, геологических изысканий, в процессе освоения новых районов, прокладки дорог, где работники могут длительно находиться в природных очагах инфекционных заболеваний.

По данным Роспотребнадзора, по ряду природно-очаговых болезней ежегодно регистрируются вспышки различных инфекций (инфекции, передающиеся клещами, клещевой вирусный энцефалит, сибирский клещевой тиф, Крымская геморрагическая лихорадка, моноцитарный эрлихиоз человека и гранулоцитарный анаплазмоз человека,

Таблица 2

Удельный вес заболеваний бруцеллезом среди работников сельского хозяйства и животноводства, %
The proportion of brucellosis among agricultural and livestock workers, %

Профессия	Год				
	2013	2014	2015	2016	2017
Рабочий по уходу за животными	26,36	12,86	12,5	9,43	5,71
Ветеринарный врач	21,82	31,34	30,56	33,46	48,57
Дояр	10,0	10	11,1	–	5,71
Ветеринарный фельдшер	7,27	10	12,5	12,35	17,4
Зоотехник	–	–	–	7,55	–

Таблица 3

Классификация условий труда при воздействии биологического фактора
Classification of work conditions under exposure to biologic factor

Биологический фактор	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Микроорганизмы-продуценты, препараты, содержащие живые клетки и споры микроорганизмов ¹	≤ ПДК	>1,0–10,0	>10,0–100,0	> 100	–	
Патогенные микроорганизмы ² , в том числе: — возбудители особо опасных инфекционных заболеваний — возбудители других (помимо особо опасных) инфекционных заболеваний				+		+
Условно-патогенные микроорганизмы — возбудители неинфекционных заболеваний (аллергозов и т. п.) ³ .		+				
Объекты и материалы, включая полевой, клинический, секционный, подозрительные на содержание патогенных микроорганизмов ² , том числе: — возбудители особо опасных инфекционных заболеваний — возбудители других (помимо особо опасных) инфекционных заболеваний				+		+

геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, Астраханская пятнистая лихорадка, туляремия, лептоспирозы и другие инфекции) [1].

Для решения проблемы адекватной оценки биологического фактора на РМ работников, контактирующих с ПБА, необходимо внести изменения и дополнения, прежде всего, в классификацию условий труда.

В основу методики оценки биологического фактора может быть положена «Классификация опасных и вредных и производственных факторов, обладающих свойствами биологического действия на организм человека» по ГОСТ 12.0.003–21–15 [5], в соответствии с которой биологические объекты для идентификации опасности и оценки риска подразделяются следующим образом:

- микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах;
- патогенные микроорганизмы — возбудители особо опасных инфекционных заболеваний;
- патогенные и условно-патогенные микроорганизмы — возбудители иных (помимо особо опасных) инфекционных заболеваний;
- условно-патогенные микроорганизмы — возбудители неинфекционных заболеваний (аллергозов и т. п.).

Классификацию условий труда для определения их классов при воздействии биологического фактора предлагается представить в соответствии с табл. 3.

В соответствии с предложенной классификацией для определения классов условий труда при воздействии биологического фактора на конкретных РМ необходимо руководствоваться следующими положениями:

1. Класс условий труда при работах с микроорганизмами-продуцентами, живыми клетками и спорами, содержащимися в бактериальных препаратах, определяется в зависимости от превышения предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны, установленными гигиеническими нормативами.

2. Класс условий труда при контакте с патогенными микроорганизмами определяется без проведения исследований воздуха рабочей зоны. При этом:

- опасный 4 класс устанавливается работникам, которые проводят работы с возбудителями особо опасных

инфекционных заболеваний или при контакте с больными, объектами и материалами (включая полевой, клинический, секционный);

— класс 3.3 устанавливается работникам, которые проводят работы с возбудителями других инфекционных заболеваний или имеют контакт с больными, объектами и материалами (включая полевой, клинический, секционный).

3. Класс условий труда 3.1 устанавливается при работах с условно-патогенными микроорганизмами — возбудителями неинфекционных заболеваний (аллергозов и т. п.) без проведения исследований воздуха рабочей зоны.

Заключение. Предложенная «Классификация условий труда при воздействии биологического фактора» позволит усовершенствовать идентификацию и оценку биологического фактора как вредного производственного фактора на всех РМ с патогенными микроорганизмами, в том числе и при работах с объектами и материалами, включая полевой, клинический, секционный, а также проанализировать профессиональные риски нарушения здоровья работников и обосновать мероприятия по их минимизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2018: 106–63.
2. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ (в ред. от 23.06.2014 № 160-ФЗ, от 13.07.201 № 216-ФЗ, от 01.05.2016 № 136-ФЗ, от 19.07.2018 № 208-ФЗ).
3. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
4. Путилин С.Е. Биологический фактор при проведении аттестации рабочих мест в современных условиях. *Безопасность и охрана труда*. 2011; 2: 37–9.
5. ГОСТ 12.0.003–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

6. СП 1.3.3118–13 «Безопасность работы с микроорганизмами I-II групп патогенности (опасности)».

7. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 20 января 2015 г. № 24н «О внесении изменений в Методику проведения специальной оценки условий труда и Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов, утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 января 2014 г. № 33н».

8. Склеменов Г.Ж., Южанинова Л.В. Оценка биологического фактора при проведении специальной оценки условий труда. *Безопасность и охрана труда*. 2016; 4: 33–5

9. Семина Н.А., Ковалева Е.П., Акимкин В.Г., Селькова Е.П., Храпунова И.А. Профилактика внутрибольничного инфицирования медицинских работников (практическое руководство). М.: Издательство РАМН, 2006; 12.

10. Измеров Н.Ф. Актовая эрисмановская лекция «Труд и здоровье медицинских работников». М.: Реальное время. 2005; 26.

11. МР 2.2.9.2242–07. 2.2.9. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. «Гигиенические и эпидемиологические требования к условиям труда медицинских работников, выполняющих работы, связанные с риском возникновения инфекционных заболеваний».

12. Международные медико-санитарные правила (2005 год). Второе издание.

13. ГОСТ 22.0.04–97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения (аутентичен ГОСТ Р 22.0.04–95).

14. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 11 мая 2007 г. № 27 «О реализации Международных медико-санитарных правил (2005)».

15. Фигуровский А.П., Мозжухина Н.А., Топанов И.О., Хомуло Д.П. Гигиеническая оценка биологического фактора на мусороперерабатывающем предприятии. *Гигиена и сан.* 2010; 5: 31–2.

16. Акильбаева Л.А., Фигуровский А.П., Васильев О.Д., Ермолаев-Маковский М.А., Меркурьева М.А., Мокроусова О.Н. Изучение микробного загрязнения воздушной среды и оборудования станции биологической очистки промышленных сточных вод. *Гигиена и сан.* 2010; 5: 24–5.

17. Каськов Ю.Н., Подкорытов Ю.И., Каськова О.Ю. Биологическая безопасность на объектах железнодорожного транспорта Российской Федерации. *Гигиена и сан.* 2010; 5: 28–31.

18. Вильк М.Ф., Сачкова О.С., Хаманов И.Г., Алехин С.Ю., Аксельрол В.А., Королева А.М. Мероприятия по снижению риска воздействия биологического фактора на работников железнодорожного транспорта. *Анализ риска здоровью*. 2018; 2: 78–84.

19. Новикова Т.А., Спирин В.Ф., Михайлова Н.А., Таранова В.М. Профессиональный риск для здоровья работников сельского хозяйства, гигиенические аспекты его оценки и управления (обзор литературы). *Мед. труда и пром. экол.* 2012; 5: 22–6.

REFERENCES

1. On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2017. Governmental report. Moscow: Federalnaia sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ei i blagopoluchiiu cheloveka. 2018: 106–63 (in Russian).

2. Federal Law «On special evaluation of work conditions» on 28.12.2013 № 426-FZ (ed. on 23.06.2014 №160-FZ, on 13.07.201

№ 216-FZ, on 01.05.2016 № 136-FZ, on 19.07.2018 № 208-FZ) (in Russian).

3. R 2.2.2006–05. Manual on hygienic evaluation of working process and working environment factors. Criteria and classification of work conditions (in Russian).

4. Putilin S.E. Biologic factor in workplace certification nowadays. *Bezopasnost i okhrana truda*. 2011; 2: 37–9 (in Russian).

5. GOST 12.0.003–2015 System of work safety standards. Hazardous and jeopardy occupational factors. Classification (in Russian).

6. SP 1.3.3118–13 «Safety of work with microbes of I-II pathogenicity (jeopardy) groups» (in Russian)

7. Order of RF Ministry for Labor and Social Security on 20 January 2015 №24n «On changes in a Method of special evaluation of work conditions and in Classifier of hazardous and (or) jeopardy occupational factors, approved by Order of Russian Federation Ministry of Labor and Social security on 24 January 2014 №33n» (in Russian).

8. Sklemenov G.Zh., Iuzhaninova L.V. Evaluation of biologic factor in special assessment of work conditions. *Bezopasnost i okhrana truda*. 2016; 4: 33–5 (in Russian)

9. Semina N.A., Kovaleva E.P., Akimkin V.G., Selkova E.P., Khrapunova I.A. Prevention of nosocomial infections in medical personnel (practical manual). Moscow: Izdatelstvo RAMN, 2006; 12 (in Russian)

10. Izmerov N.F. Assembly Erisman lecture “Work and health of medical workers”. Moscow: Realnoe vremia, 2005; 26 (in Russian)

11. MR 2.2.9.2242–07. 2.2.9. Health state of workers in connection with occupational environment state. “Hygienic and epidemiologic requirements to work conditions of medical workers engaged into tasks that are associated with infectious diseases occurrence” (in Russian).

12. International medical and sanitary rules (2005). Second edition (in Russian).

13. GOST 22.0.04–97 Safety in emergencies. Biologic and social emergencies. Terms and definitions (authentic to GOST R 22.0.04–95) (in Russian).

14. Resolution of Chief State Sanitary Medical Officer of Russian Federation on 11 March 2007 № 27 «On implementation of International medical sanitary rules (2005)» (in Russian).

15. Figurovskii A.P., Mozhukhina N.A., Topanov I.O., Khomulo D.P. Hygienic evaluation of biologic factor on garbage-processing plant. *Gigiena i san.* 2010; 5: 31–2 (in Russian).

16. Akilbaeva L.A., Figurovskii A.P., Vasilev O.D., Ermolaev-Makovskii M.A., Merkureva M.A., Mokrousova O.N. Studies of microbial contamination of ambient air and equipment of station for biologic purification of industrial sewage. *Gigiena i san.* 2010; 5: 24–5 (in Russian).

17. Kaskov Iu.N., Podkorytov Iu.I., Kaskova O.Iu. Biologic safety on railway objects of Russian Federation. *Gigiena i san.* 2010; 5: 28–31 (in Russian).

18. Vilk M.F., Sachkova O.S., Khamanov I.G., Alekhin S.Iu., Akselrol V.A., Koroleva A.M. Measures to decrease risk of biologic factor influence on railway transport workers. *Analiz riska zdoroviu*. 2018; 2: 78–84 (in Russian).

19. Novikova T.A., Spirin V.F., Mikhailova N.A., Taranova V.M. Occupational health risk for agricultural workers, hygienic aspects of its evaluation and management. *Med. truda i prom. ekol.* 2012; 5: 22–6 (in Russian).

Поступила 21.11.2018

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

УДК 658.382.3:621.375.826:006.354

Рахманов Б.Н.¹, Кезик В.И.², Кибовский В.Т.³, Пономарев В.М.¹

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ УРОВНЕЙ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ГЛАЗА И КОЖУ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ДЛИНАМИ ВОЛН

¹ФГБУ ВО «Российский университет транспорта», Минаевский пер., 2, Москва, Россия, 127055;²ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна», ул. Маршала Новикова, 23, Москва, Россия, 123098;³Орган по сертификации «Центр по оценке соответствия и подтверждению качества оборудования, изделий и технологий АНО «АтомТехноТест», 2-я Звенигородская ул., 13/37, Москва, Россия, 123022

Введение. Доказана ошибочность формул для определения ПДУ суммарной энергии лазерного излучения (ЛИ) в случае, когда на глаза или кожу одновременно действуют несколько источников излучения с различными длинами волн, приведенных в действующих «Санитарных нормах и правилах устройства и эксплуатации лазеров» №5804–91 (СН 5804) а также в СанПиН 2.2.4.3359–16, являющимся в настоящее время в части раздела VIII «Лазерное излучение на рабочих местах» последним из введенных в действие нормативных документов по лазерной безопасности (ЛБ). В СанПиН 2.2.4.13–2–2006 Республики Беларусь и нормативном документе №299 Комиссии Таможенного союза Евразийского Экономического Сообщества от 28.05.2010 обнаружена другая, более корректная формула для определения этого же ПДУ.

Цель работы — совершенствование нормативной базы в области ЛБ путем исправления ошибок, ранее сделанных в нормативных документах.

Вывод формул. Представлен последовательный вывод формул для определения ПДУ суммарной энергии и мощности ЛИ в случае, когда на глаза или кожу одновременно и аддитивно действуют несколько источников излучения с различными длинами волн. В результате получены формулы, которые совпали с формулами, приведенными в нормативном документе по ЛБ Республики Беларусь и в нормативном документе №299 Комиссии Таможенного союза Евразийского Экономического Сообщества от 28.05.2010.

Обсуждение. Правильность полученных формул подтверждается рассмотрением числовых примеров и сопоставлением с другими формулами, применяемыми в нормативных документах по гигиеническому нормированию других воздействующих факторов.

Заключение. Подводится итог проделанной работы и подчеркивается ее значение для решения проблемы совершенствования нормативной базы ЛБ.

Ключевые слова: многоволновое лазерное излучение; лазерная безопасность; гигиеническое нормирование; предельно допустимый уровень

Для цитирования: Рахманов Б.Н., Кезик В.И., Кибовский В.Т., Пономарев В.М. Определение предельно допустимых уровней при одновременном воздействии на глаза и кожу лазерного излучения с различными длинами волн. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 35–38. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-35-38>

Для корреспонденции: Кезик Владимир Иванович, ст. науч. сотр. отдела неионизирующих излучений ФГБУ ГНЦ «ФМБЦ им. А.И. Бурназяна». E-mail: vladimirik57@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Boris N. Rakhmanov¹, Vladimir I. Kezik², Vladimir T. Kibovsky³, Valentin M. Ponomarev¹

ASSESSING MAXIMAL ALLOWABLE LEVELS FOR SIMULTANEOUS SKIN AND EYES EXPOSURE TO LASER IR-RADIATION OF VARIOUS WAVELENGTHS

¹Russian University of Transport, 2, Minaevsky Ln, Moscow, Russia, 127055;²Federal Medical Biophysical Center of FMBA, 23, Marshal Novikov str., Moscow, Russia, 123098;³Center for assessment of compliance and confirmation of quality of the equipment, products and technologies of ANO «AtomTekhnoTest», 13/37, 2nd Zvenigorodskaya Str., Moscow, Russia, 123022

Introduction. Evidences prove falseness of formula determining maximal allowable level of total energy of laser irradiation in case when eyes or skin are simultaneously exposed to several irradiation sources with various wavelengths. The formula was mentioned in actual «Sanitary rules and regulations for lasers construction and exploitation» No 5804–91 and in SanPiN 2.2.4.3359–16, that in a part of VIII section «Laser irradiation at workplace» are latest acting regulation document on laser safety. SanPiN 2.2.4.13–2–2006 of Belarus Republic and regulation document No 299 of Customs Union Commission of Eurasia Economic Community on 28/05/2010 appeared to contain other, more correct formula determining the same maximal allowable level.

Objective was to improve regulation basis in laser safety by correcting mistakes made previously in regulation documents.

Deducing formulae. The article presents thorough and consistent deducing a formula to determine total energy of laser irradiation in case when eyes or skin are simultaneously and jointly exposed to several irradiation sources with various wavelengths. The efforts resulted in the formula that agreed with formulae presented in the regulation document on laser safety

of Belarus Republic and in the regulation document No 299 of Customs Union Commission of Eurasia Economic Community on 28/05/2010.

Discussion. Correctness of the obtained formula is supported by numerical examples and by comparison with other formulae used in regulation documents on hygienic regulation of other acting factors.

Conclusion. Results of the work are summarized, and emphasis is made on its value for solving problems of improving regulation basis for laser safety.

Key words: multiwave laser radiation; laser safety; hygienic regulation; maximum allowable level

For citation: Rakhmanov B.N., Kezik V.I., Kibovsky V.T., Ponomarev V.M. Assessing maximal allowable levels for simultaneous skin and eyes exposure to laser irradiation of various wavelengths. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 35–38. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-35-38>

For correspondence: Vladimir I. Kezik, senior researcher, Department of Nonionizing Radiation, Federal Medical Biophysical Center of FMBA. E-mail: vladimirik57@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. В случае, когда на глаза или кожу одновременно действуют несколько источников ЛИ с различными длинами волн, нормативный документ СН 5804 регламентирует правила определения ПДУ суммарной энергии или мощности излучения от нескольких источников, действие которых является аддитивным. Предельно допустимая суммарная энергия многоволнового ЛИ в соответствии с этим нормативным документом определяется следующей формулой:

$$W_{\text{ПДУ}} = C_1 \times W_{\text{ПДУ}}^{(1)} + \dots + C_n \times W_{\text{ПДУ}}^{(n)} = \sum (C_i \times W_{\text{ПДУ}}^{(i)}) \quad (1)$$

Аналогичная формула регламентируется и для предельно допустимой суммарной мощности многоволнового ЛИ:

$$P_{\text{ПДУ}} = C_1 \times P_{\text{ПДУ}}^{(1)} + \dots + C_n \times P_{\text{ПДУ}}^{(n)} = \sum_{i=1}^n (C_i \times P_{\text{ПДУ}}^{(i)}) \quad (2)$$

где n — число источников ЛИ, действие которых аддитивно; i — порядковый номер источника ЛИ; $P_{\text{ПДУ}}^{(1)}, P_{\text{ПДУ}}^{(n)}$ — ПДУ энергии и мощности ЛИ, генерируемого каждым источником ЛИ; C_i — относительный энерговклад каждого источника, определяемый как отношение энергии (мощности) ЛИ источника с порядковым номером i к суммарной энергии (мощности) излучения всех источников.

$$C_i = \frac{W_{\text{ПДУ}}^{(i)}}{\sum_{i=1}^n W_{\text{ПДУ}}^{(i)}} = \frac{P_{\text{ПДУ}}^{(i)}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{ПДУ}}^{(i)}} \quad (3)$$

Те же правила определения ПДУ приводятся и во введенном в 2016 г. нормативном документе СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [2] (см. приложение 8 этого документа).

Однако попытка применить ф-лы (1) и (2) показала, что они дают неверные, противоречивые результаты. Выводы о безопасности или небезопасности при одновременном воздействии нескольких различных источников ЛИ также оказываются неверными.

Рассмотрим числовой пример. Пусть падающая энергия излучения от первого источника ЛИ равна 10 условным единицам (усл. ед.), а ПДУ энергии для этого источника равен 1 усл. ед. Для второго источника считаем, что эти параметры равны, соответственно, 50 и 100 усл. ед. Расчет суммарного ПДУ для этих источников по формуле (1) дает значение 83,5 усл. ед., в то время как суммарная падающая энергия от двух источников составляет 60 усл. ед. Можно было бы сделать вывод о безопасности суммарного излучения, т. к. 60 усл. ед. < 83,5 усл. ед. Однако для первого

источника имеет место десятикратное превышение ПДУ. Некоторый запас по безопасности, имеющий место для второго источника, не уменьшает опасности излучения первого источника. Результаты расчета для этого числового примера приведены в таблице.

Таким образом, применение ф-л (1) или (2) приводит к неправильным выводам о безопасности или небезопасности при одновременном воздействии нескольких различных источников ЛИ.

Цель работы — совершенствование нормативной базы в области ЛБ путем исправления ошибок, ранее сделанных в нормативных документах.

Выявленная ошибочность ф-л (1) и (2) побудила более тщательно проанализировать нормативные документы по ЛБ. В результате в документах [3] и [4] (см. пункт 6.10 Приложения 7.1 к Разделу 7 Главы II этого документа) были обнаружены формулы для определения ПДУ суммарной энергии или мощности ЛИ от нескольких источников, отличающиеся от формул (1), (2). Эти формулы выглядят так:

$$W_{\text{ПДУ}}^{\Sigma} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (C_i / W_{\text{ПДУ}}^{(i)})} \quad (4)$$

$$P_{\text{ПДУ}}^{\Sigma} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (C_i / P_{\text{ПДУ}}^{(i)})} \quad (5)$$

Все входящие в формулы (4), (5) параметры определяются так же, как в ф-лах (1), (2).

Наличие разных формул для определения одних и тех же параметров безопасности в действующих нормативных документах заставило более основательно подойти к этому вопросу. Ниже приведен вывод рассматриваемых ф-л (4), (5).

Вывод формул. Для получения корректной формулы вводится вспомогательный параметр $k^{(i)}$, имеющий смысл коэффициента воздействия i -го источника и определяемый по формуле:

$$k^{(i)} = W_{\text{А}}^{(i)} / W_{\text{ПДУ}}^{(i)} \quad (6)$$

где $W_{\text{ПДУ}}^{(i)}$ — падающая (измеряемая дозиметрическими приборами) энергия от i -го источника; $W_{\text{А}}^{(i)}$ — действующая на ткани (определяемая величиной биологических эффектов воздействия на ткани) энергия от i -го источника.

Коэффициенты $k^{(i)}$ различны для источников ЛИ с разной длиной волны вследствие различий в коэффициентах отражения от тканей и поглощения в них.

Максимально допустимое (пороговое) значение фактически воздействующей на ткани энергии ЛИ $W_{\text{Аmax}}$ определяется через нормируемое значение ПДУ для падающей энергии каждого i -го источника $W_{\text{ПДУ}}^{(i)}$ по формуле:

$$W_{\Delta\max} = k W_{\text{ПДУ}}^{(i)} \quad (7)$$

Выражение (7) означает, что параметры k и $W_{\text{ПДУ}}^{(i)}$ являются обратно пропорциональными для каждого i .

С помощью выражения (7) можно определить отношения между разными $k^{(i)}$ с помощью отношений между соответствующими W .

В дальнейшем нам понадобятся отношения каждого из параметров $k^{(i)}$ к параметру $k^{(1)}$. Эти отношения определяются по формуле

$$k/k^{(1)} = W_{\text{ПДУ}}^{(1)}/W_{\text{ПДУ}}^{(i)} \quad (8)$$

При одновременном воздействии нескольких источников ЛИ, действие которых является аддитивным, величины $W_{\Delta}^{(i)}$ складываются, и суммарное воздействие определяется формулой:

$$W_{\Delta}^{(i)} = \sum_{i=1}^n (k^{(i)} W^{(i)}). \quad (9)$$

Предположим, что суммарная падающая энергия n источников $\sum$ такова, что вызывает предельно допустимое биологическое воздействие $W_{\Delta\max}$. Воспользуемся значениями $k^{(i)}$ и $W_{\Delta\max}^{(i=1)}$ для первого источника (см. выражение (7)) и запишем уравнение (9) в виде:

$$k^{(1)} \text{ и } W_{\text{ПДУ}}^{(1)} = \sum (k^{(i)} W^{(i)}). \quad (10)$$

Разделим левую и правую части уравнения (10) на $k^{(1)} \times W_{\text{ПДУ}}^{(1)}$, а величину $W^{(i)}$ с помощью выражения (3) представим в виде:

$$W^{(i)} C_i W^{\Sigma},$$

$$\text{где } W^{\Sigma} = \sum_{i=1}^n W^{(i)}.$$

Воспользуемся также ф-лой (8).

После этих преобразований и сокращений уравнение (10) примет вид:

$$1 = W^{\Sigma} \sum_{i=1}^n (C_i W_{\text{ПДУ}}^{(i)}). \quad (11)$$

С учетом сделанного ранее предположения о том, что суммарная энергия W^{Σ} всех источников такова, что вызывает предельно допустимое воздействие $W_{\Delta\max}$, величина W^{Σ} в уравнении (11) равна искомой величине $W_{\text{ПДУ}}^{\Sigma}$, что позволяет окончательно записать формулу для определения предельно допустимой суммарной энергии многоволнового ЛИ

$$W_{\text{ПДУ}}^{\Sigma} = [\sum_{i=1}^n (C_i W_{\text{ПДУ}}^{(i)})]^{-1}. \quad (12)$$

Аналогичная формула может быть записана и для предельно допустимой суммарной мощности многоволнового ЛИ:

$$P_{\text{ПДУ}}^{\Sigma} = [\sum_{i=1}^n (C_i P_{\text{ПДУ}}^{(i)})]^{-1}. \quad (13)$$

Обсуждение. Полученные ф-лы (12) и (13) совпадают с ф-лами (4) и (5). Для рассмотренного выше числового примера проведем расчет предельно допустимой суммарной энергии по формуле (12). Результаты этого расчета приведены в таблице.

Теперь никаких противоречий не возникает.

В таблице приведены также результаты предыдущего расчета (по ф-ле (1)).

Следует отметить, что ф-ла (1) дает завышенное значение ПДУ суммарной энергии, что недопустимо, т. к. это увеличивает опасность неблагоприятного воздействия ЛИ на организм человека.

Кроме того, в таблице приведены результаты расчета пропорционально уменьшенных значений энергии источников 1 и 2 до безопасного уровня. Следует обратить внимание на то, что формула (12) требует пропорционального уменьшения энергии источников в 10,5 раза, в то время как по первому источнику ПДУ превышает в 10 раз. Очевидно, что второй источник, хотя и находится в пределах своего ПДУ, вносит свой вклад в суммарное воздействие, что и отражается в полученных числовых значениях для рассматриваемого случая.

Если в уравнение (11) подставить значения C_i из (3) с учетом обозначения $W^{\Sigma} = \sum_{i=1}^n W^{(i)}$, то получится выражение:

$$\sum_{i=1}^n (W^{(i)} / W_{\text{ПДУ}}^{(i)}) = 1. \quad (14)$$

Эта формула получена при условии, что $W^{\Sigma} = W_{\text{ПДУ}}^{\Sigma}$. Если же $W^{\Sigma} \leq W_{\text{ПДУ}}^{\Sigma}$, то формула (14) примет вид:

$$\sum_{i=1}^n (W^{(i)} / W_{\text{ПДУ}}^{(i)}) \leq 1. \quad (15)$$

Формулы, подобные этой, применяются в некоторых СанПиН и других нормативных документах, когда имеет место суммирование разных факторов воздействия (действие которых является аддитивным), для которых установлены разные ПДУ.

Например, в СанПиН [5] и в соответствующем разделе СанПиН [2] приведено условие, которое должно соблюдаться при облучении от нескольких источников электромагнитного поля, работающих в частотных диапазонах, для которых установлены разные ПДУ:

$$\sum_{i=1}^n (\text{ЭЭ}_{\text{Еи}} / \text{ЭЭ}_{\text{ЕПДVi}}) \leq 1. \quad (16)$$

где $\text{ЭЭ}_{\text{Еи}}$ — энергетическая экспозиция, создаваемая электрическим полем для i -го диапазона частот; $\text{ЭЭ}_{\text{ЕПДVi}}$ — ПДУ энергетической экспозиции, создаваемой электрическим полем для i -го диапазона частот.

Таблица

Числовой пример применения формул (1) и (12) для двух источников ЛИ, усл. ед.
Numerical example of using formulae (1) and (12) for two sources of laser irradiation, c. u.

Источники ЛИ	Падающая энергия	ПДУ,	Суммарная энергия	ПДУ суммарной энергии (ф-ла (1))	ПДУ суммарной энергии (ф-ла (12))
Источник №1	10	1	60	83,5	5,714
Источник №2	50	100			
Заключение о безопасности:				Безопасно, т. к. $60 < 83,5$	Опасно, превышение ПДУ в 10,5 раза
Пропорционально уменьшенные значения энергии источников до безопасного уровня					
Источник №1	0,95	1	5,71	83,5	5,714
Источник №2	4,76	100			
Заключение о безопасности:				Безопасно	Безопасно

В качестве второго примера можно привести следующее. В нормативном документе [6] и руководствах [7,8] рассмотрено воздействие вредных веществ одонаправленного действия с эффектом суммации. При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ одонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них ($K_1, K_2, \dots, K_n$) в воздухе рабочей зоны к их предельно допустимым концентрациям ($ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$K_1/ПДК_1 + K_2/ПДК_2 + \dots + K_n/ПДК_n \leq 1 \quad (17)$$

Ф-лы (16) и (17) совпадают по виду с ф-лой (15).

При необходимости для каждого из приведенных выше примеров по формуле, аналогичной формуле (12), могут быть вычислены значения ПДУ суммарной энергетической экспозиции электромагнитного излучения и предельно допустимой суммарной концентрации нескольких вредных веществ одонаправленного действия.

В заключение можно сказать следующее: выявлена ошибочность формул для определения предельно допустимой суммарной энергии и мощности ЛИ в случае, когда на глаза или кожу одновременно действуют несколько источников излучения с различными длинами волн, приведенных в ныне действующих СН 5804–91 и в нормативном документе СанПиН 2.2.4.3359–16, являющимся в настоящее время основными отечественными нормативным документом по ЛБ.

В нормативных документах [3] и [4] были обнаружены другие формулы для определения тех же параметров, корректность которых доказывается последовательным их выводом и подтверждается рассмотрением числовых примеров. Доказательством правильности формул (12) и (13) может служить также то, что формула (15), являющаяся следствием формулы (12), широко используется в нормативных документах и декларируется как самоочевидная.

Учитывая сказанное, актуальной является работа по совершенствованию нормативной базы в области ЛБ [9].

Выводы:

1. Выявлена коллизия с формулами для определения ПДУ суммарной энергии и мощности ЛИ в случае, когда на глаза или кожу одновременно действуют несколько источников ЛИ с различными длинами волн, сделан подробный вывод правильных формул и всеми доступными средствами доказана необходимость их практического применения.

2. В настоящее время крайне актуальной является работа по совершенствованию нормативной базы в области ЛБ. Исправление ранее допущенных ошибок в нормативных документах способствует совершенствованию данной нормативной базы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804–91. Утв. Зам. Главного государственного санитарного врача 31.07.1991 г.
2. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. Утв. по-

становлением Главного государственного санитарного врача РФ от 21.06.2016 г. № 81.

3. СанПиН 2.2.4.13–2–2006. Лазерное излучение и гигиенические требования при эксплуатации лазерных изделий. Республика Беларусь.

4. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Утв. решением Комиссии Таможенного союза Евразийского Экономического Сообщества 28.05.2010 г., документ №299.

5. СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях.

6. ГН 2.2.5.686–98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.

7. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

8. Приложение №8 к Методике проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Минтруда России от 24 января 2014 г. №33н.

9. Рахманов Б.Н., Пальцев Ю.П., Кибовский В.Т. Проблема противоречий в нормативной базе лазерной безопасности. *Гигиена и сан.* 2017; 6: 535–40.

REFERENCES

1. Sanitary rules and regulations of lasers construction and exploitation № 5804–91. Approved by Deputy Chief State Sanitary Medical Officer on 31.07.1991 (in Russian).
2. SanPiN 2.2.4.3359–16. Sanitary epidemiologic requirements to physical factors at workplaces. Approved by Resolution of Chief State Sanitary Medical Officer of RF on 21.06.2016 № 81 (in Russian).
3. SanPiN 2.2.4.13–2–2006. Laser irradiation and hygienic requirements in exploitation of laser devices. Belarus Republic. (in Russian).
4. Unified sanitary epidemiologic and hygienic requirements to goods subjected to sanitary epidemiologic supervision (control). Approved by Resolution of Customs Union Commission of Eurasia Economic Community on 28.05.2010, document №299 (in Russian).
5. SanPiN 2.2.4.1191–03. Electromagnetic fields in industrial conditions (in Russian).
6. GN 2.2.5.686–98. Maximal allowable concentrations (MAC) for chemical hazards in air of workplace. Hygienic standards (in Russian).
7. Р 2.2.2006–05. Manual on hygienic evaluation of working environment and working process factors. Criteria and classification of work conditions (in Russian).
8. Appendix №8 to a Method for special evaluation of work conditions, approved by Order of Russian Labor Ministry on 24 January 2014 №33n (in Russian).
9. Rakhmanov B.N., Paltsev Yu.P., Kibovskii V.T. Problem of contradictions in regulation basis for laser safety. *Gigiena i san.* 2017; 6: 535–40 (in Russian).

Поступила 10.10.2018

УДК 613.62

Ковалева А.С.¹, Бухтияров И.В.^{1,2}, Серова Н.С.², Бурмистрова Т.Б.¹**КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ СИЛИКОЗА**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Большая Пироговская, 2/4, Москва, Россия, 119435

Заболевания дыхательной системы являются одной из основных проблем современной профессиональной патологии, составляющей более 1/5 всех профессиональных заболеваний. Проведен поиск и анализ литературы по диагностике силикоза, как одного из основных профессиональных заболеваний органов дыхания, при компьютерной томографии (КТ) и компьютерной томографии высокого разрешения (ВРКТ) с позиций доказательной медицины.

Ключевые слова: силикоз; компьютерная томография (КТ); компьютерная томография высокого разрешения (ВРКТ)

Для цитирования: Ковалева А.С., Бухтияров И.В., Серова Н.С., Бурмистрова Т.Б. Компьютерная томография в диагностике силикоза. *Мед. труда и пром. ecol.* 2018. 12: 39–41. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-39-41>

Для корреспонденции: Ковалева Алина Сергеевна, зав. отделением, врач-рентгенолог ФГБНУ «НИИ МТ». E-mail: kovaleva_rad@gmail.com

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Alina S. Kovaleva¹, Igor V. Bukhtiyarov^{1,2}, Natalya S. Serova², Tatyana B. Burmistrova¹**COMPUTED TOMOGRAPHY IN DIAGNOSIS OF SILICOSIS**¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 2/4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, Russia, 119435

Respiratory system diseases are one of the main problems in contemporary occupational medicine and exceed one fifth of all occupational diseases. Objective of the review was search and analysis of literature on diagnosis of silicosis as an important occupational disease of respiratory organs, by computed tomography and high-resolution computed tomography, from evidence-based medicine viewpoint.

Key words: silicosis; computed tomography (CT); high resolution computed tomography (HRCT)

For citation: Kovaleva A.S., Bukhtiyarov I.V., Serova N.S., Burmistrova T.B. Computed tomography in diagnosis of silicosis. *Med. truda i prom. ecol.* 2018. 12: 39–41. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-39-41>

For correspondence: Alina S. Kovaleva, Head of the Department, radiologist, IRIОН. E-mail: kovaleva_rad@gmail.com

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

В Российской Федерации в среднем продолжает регистрироваться до 7–8 тыс. профессиональных заболеваний. Профессиональные болезни встречаются реже, чем другие заболевания, вызывающие инвалидизацию, однако они поражают значительное число лиц трудоспособного возраста. [1]. Болезни органов дыхания представляют собой одну из главных проблем современной профпатологии, составляя более 1/5 части всех профзаболеваний.

На протяжении последних 80 лет Международная Организация Труда (МОТ) координирует работу по разработке и использованию классификации пневмокониозов [2].

В 1958 г. в Институте гигиены труда профессиональных заболеваний АМН СССР (ныне ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова») Молокановым К.П., Движковым П.П., Евгеновой М.В. и др. была разработана классификация пневмокониозов, в основу которой были положены клинико-морфологические признаки заболевания. Данная классификация была пересмотрена в 1976 г., а в 1996 г. сотрудниками ФГБУ «НИИ МТ» была разработана новая, основанная на характере воздействия промышленной пыли и выраженности ответной реакции легочной паренхимы. Данная классификация используется по настоящее время.

Пневмокониозы развиваются под воздействием промышленного аэрозоля, контакт с которым имеет значительная часть работающих в различных отраслях промышленности: горнодобывающей, металлургической,

машиностроительной, химической, в строительстве и т. д. [1,3–9].

Пневмокониоз, относящийся к диффузным интерстициальным заболеваниям легких (ИЗЛ), является профессиональным заболеванием от воздействия промышленной пыли, проявляющимся хроническим диффузным пневмонитом с развитием фиброза легких, который неуклонно прогрессирует даже после прекращения контакта с пылью [1–4,9,10].

Ввиду малосимптомного течения заболевания, отсутствия клинических и лабораторных проявлений, «золотым стандартом» диагностики всегда считалось рентгенологическое исследование органов грудной клетки.

С целью унификации диагноза, простоты чтения и легкости мониторинга течения заболевания рентгеновские признаки пневмокониоза кодируются в соответствии с Международной рентгеновской классификацией пневмокониозов МОТ (пересмотр 2011 г.). Также данная классификация используется для скрининга и динамики развития пневмокониоза. ВОЗ и МОТ используют «Международную классификацию рентгеновских признаков пневмокониоза» (Женева, 2011 г.) для вторичной профилактики пневмокониозов в глобальной программе ликвидации силикоза (GPES).

Существует множество работ, выполненных в России, отражающих рентгенологические, клинические, лабораторные особенности проявления различных видов пнев-

моконниоза, в которых также проведены и КТ-исследования органов грудной клетки (Есин Е.В. 2002, Комарова 2009, Постникова Л.В. 2012, Стецюк Л.Д. 2016). В публикациях отмечено, что КТ представляет собой одну из ведущих позиций в диагностике ранних форм. Все исследователи отражали диссеминированный и интерстициальный процессы, лимфоаденопатию средостения, однако четкой описательной КТ-картины в работах не представлено. В Российской Федерации в 2016 г. утверждены Федеральные клинические рекомендации по пневмокониозам, где указаны показания для проведения ВРКТ: у всех лиц с подозрением на пневмокониоз, при наблюдении за пациентами в динамике, всем пациентам в условиях профцентра, а также если выраженность одышки у пациента не может быть объяснена рентгенологическими изменениями или результатами спирометрии [11].

В ряде стран существует и используется Международная компьютерно-томографическая классификация изменений органов грудной клетки, обусловленных воздействием производственных факторов и факторов окружающей среды (Kusaka), утвержденная в 2005 г. специалистами из Бельгии, Финляндии, Франции, Германии, Великобритании, Японии и США.

Группой исследователей в Германии в 2016 г. была доказана высокая специфичность и чувствительность низкодозовой ВРКТ в диагностике силикоза, которая требует использования вышеуказанной КТ-классификации [12]. Hnizdo и др. 2000 г. в своем исследовании указывают, что обнаружение 5 и менее силикотических очагов в одной доле можно считать незначительным. Также они не получили никакой корреляции между степенью лимфоаденопатии и выявленными изменениями в паренхиме легких.

В ряде исследований было показано, что ВРКТ превосходит как рентгенографию органов грудной клетки, так и спиральную КТ при выявлении небольших узлов у пациентов с силикозом [13,14].

Bégin и др. сравнивали ВРКТ с обычной КТ и рентгенографией при раннем выявлении силикоза у 49 пациентов [13]. Средний стаж работы данных пациентов в условиях воздействия пыли с содержанием диоксида кремния составил 29 лет. Категория профузии по рентгенограммам в соответствии с критериями МОТ составила 0 или 1. В этом исследовании рентгенограммы органов грудной клетки были интерпретируемы как без патологии у 32 пациентов, неопределенные в 6 случаях и в 13 имел место силикоз. В 13 из 32 (41%) случаев при отсутствии изменений на рентгенограммах при КТ или ВРКТ определялась картина силикоза. Кроме того, у 10% пациентов, у которых выявили силикоз по данным КТ, изменения были видны только при ВРКТ.

Данные КТ и ВРКТ могут предоставлять значительную информацию в отношении стадии заболевания у пациентов с силикозом, в виде слияния очагов и формирования конгломератных масс, которые могут не проявляться на простых рентгенограммах [14–16]. Следует отметить, что у некоторых пациентов с выявленными фиброзными конгломератами по данным рентгенограмм при ВРКТ фиброзные узлы не определяются, что связано с суммационным эффектом при рентгенографии [15].

Antao V.C. и др. обнаружили корреляцию между профузией очагов у рабочих, подвергающихся воздействию кремнийсодержащей пыли, и уменьшением функционального объема легких [14]. Для исследования взаимосвязи функционального состояния легких и наличия изменений на рентгенограммах Bégin и др. проанализировали кли-

нические, функциональные и рентгенологические данные 94 работников, подвергающихся воздействию кремнийсодержащего аэрозоля в гранитной промышленности или в литейном цехе [17]. У тех рабочих, которые имели фиброзные конгломераты по данным рентгенографии или КТ, наблюдалась значительная потеря объема легких, ухудшение газообмена и выявление обструкции по сравнению с пациентами, не имеющих выраженных фиброзных изменений. Кроме того, в 40% случаев фиброзные конгломераты были выявлены только с помощью КТ.

Считается, что у пациентов с силикозом эмфизема преимущественно связана с наличием фиброзных конгломератов, однако курение и другие воздействия также влияют на ее развитие [18]. Было показано, что у пациентов с силикозом снижение показателей функции внешнего дыхания (ФВД) больше коррелировали с тяжестью эмфиземы, чем с профузией мелких затемнений [15,19]. Одно из основных преимуществ КТ относительно рентгенографии — оценка степени эмфиземы. По рентгенограммам возможно выявление крупных булл, однако рентгенография не чувствительна к диффузной эмфиземе. В классификации МОТ присутствие булл обозначается символом «bu», но отсутствует количественная оценка буллезных изменений. КТ, в свою очередь, позволяет количественно определить степень эмфиземы.

Например, Begin R. и др. сравнили качественные и количественные характеристики силикоза и эмфиземы легких по данным рентгенографии и КТ у 17 пациентов с силикозом [15]. Была выявлена корреляция между выраженностью эмфиземы легких по данным КТ и снижением ФВД. Аналогичной корреляции по данным рентгенографии выявлено не было по причине того, что эмфизема, связанная с силикозом, определялась только посредством КТ.

Кроме того, Kinsella и др. при обследовании 30 пациентов с силикозом определили, что степень дыхательной недостаточности в большей степени зависела от выраженности эмфиземы, чем от степени профузии силикотических узелков [19]. Также исследование показало, что у пациентов с длительным стажем курения была более выраженная эмфизема легких и более серьезное ухудшение функционального состояния легких, по сравнению с некурящими пациентами.

Ooi G.C. и др. использовали качественный и количественный анализ по данным КТ (включая ВРКТ) у 76 пациентов для проверки гипотезы, состоящей в том, что нарушение легочной функции при силикозе в основном обусловлено фиброзными конгломератами и ассоциированной с ними эмфиземой [18].

Дифференциальная диагностика силикоза должна проводиться с заболеваниями со сходной рентгенологической и КТ-картиной: саркоидозом и вторичным (mts) поражением легких [15]. Особенности ВРКТ при саркоидозе включают преимущественное поражение центрального перибронхиального интерстиция с наличием фокальных или мультифокальных изменений, смешанных с нормальными или почти нормальными участками легкого; при силикозе расположение узелков обычно двустороннее, симметричное, с более равномерным распределением. Кроме того, ретикулярные изменения гораздо реже встречаются при силикозе, чем при саркоидозе. Утолщение междольковых перегородок в виде «бусин» встречается преимущественно у пациентов с лимфангитовым распространением карциномы или саркоидозом, чем у пациентов с силикозом. Силикоз с образованием конгломератных масс по рентгенографической и КТ-картине схож с таковой при сарко-

идозе, однако кавитация этих масс реже встречается при саркоидозе, чем при силикозе.

Заключение. Таким образом, в настоящее время имеется множество исследований по использованию КТ для диагностики силикоза. Во многих странах продолжает использоваться только рентгенография при установлении диагноза, а также при динамическом наблюдении. Отсутствует четкая КТ-семиотика и КТ-классификация заболевания, в связи с чем целесообразно продолжить исследования с дальнейшей их разработкой и внедрением на законодательном уровне для постановки диагноза силикоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES пп. 3–10, 12–19)

1. Н.Ф. Измеров (ред.). Профессиональная патология. Национальное руководство. М., Гэотар-Медиа; 2011.
2. Басанец А.В. КТВР для диагностики ранних стадий пневмоконозиса от воздействия угольной пыли. *Мед. труда и пром. экол.* 2007; 4: 22–30.
11. Федеральные клинические рекомендации. Пневмоконозисы. 2016.

REFERENCES

1. N.F. Izmerov Professional pathology. National leadership. Moscow, Geotar-Media; 2011 (in Russian).
2. Basanec A.V. HRCT for the diagnosis of early stages of pneumoconiosis from exposure to coal dust. *Med truda i prom. ekol.* 2007; 4: 22–30 (in Russian).
3. M. Barral, M. Rodriguez Castilla, J. Garcia Serrano et al. Silicosis: A pictorial review. *ECR*; 2012.
4. Castranova V., Valyathan V. Silicosis and coal workers' pneumoconiosis. *Environmental Health Perspectives.* 2000; 108: 675–84.
5. Laney A.S., Attfield M.D. Coal workers' pneumoconiosis and progressive massive fibrosis are increasingly more prevalent among workers in small underground coal mines in the United States. *Occupational and environmental medicine.* 2010; 67 (6): 428–31.
6. Lee W.J., Choi B.S. Utility of digital radiography for the screening of pneumoconiosis as compared to analog radiography:

radiation dose, image quality, and pneumoconiosis classification. *Health Physics.* 2012; 103 (1): 64–9.

7. Leung C.C., Yu I.T., Chen W. Silicosis. *Lancet.* 2012; 379 (9830): 2008–18.
8. Rosenman K.D., Reilly M.J., Gardiner J. Results of spirometry among individuals in a silicosis registry. *Journal of Occupational and Environmental Medicine.* 2010; 52 (12): 1173–8.
9. Leung C.C., Yu I.T., Chen W. Silicosis. *Lancet.* 2012; 379 (9830): 2008–18.
10. Meijer E., Tjoe Nij E., Kraus T., van der Zee J.S. et al. Pneumoconiosis and emphysema in construction workers: results of HRCT and lung function findings. *Occupational and environmental medicine.* 2011; 68 (7): 542–6.
11. Federal clinical guidelines. *Pneumoconiosis*; 2016. (in Russian).
12. Baur X., Heger M., Bohle R.M., Hering K.G. et al. Diagnostics and Expert Opinion in the Occupational Disease No. 4101 Silicosis. *Pneumologie.* 2016; 70 (12): 782–812.
13. Begin R., Ostiguy G., Fillion R. et al. Computed tomography scan in the early detection of silicosis. *Am Rev Respir Dis.* 1991; 144: 697–705.
14. Antao V.C., Pinheiro G.A., Terra-Filho M. et al. High-resolution CT in silicosis: correlation with radiographic findings and functional impairment. *J Comput Assist Tomogr.* 2005; 29: 350–56.
15. Bergin C.J., Miller N.L., Vedral S. et al. CT in silicosis: correlation with plain films and pulmonary function tests. *AJR Am J Roentgenol.* 1986; 146: 477–83.
16. Begin R., Bergeron D., Samson L. et al. CT assessment of silicosis in exposed workers. *AJR Am J Roentgenol.* 1987; 148: 509–14.
17. Begin R., Ostiguy G., Cantin A. et al. Lung function in silica-exposed workers: a relationship to disease severity assessed by CT scan. *Chest.* 1988; 94: 539–45.
18. Ooi G.C., Tsang K.W., Cheung T.F. et al. Silicosis in 76 men: qualitative and quantitative CT evaluation—clinical-radiologic correlation study. *Radiology.* 2003; 228: 816–25.
19. Kinsella N., Miller N.L., Vedral S. et al. Emphysema in silicosis: a comparison of smokers with nonsmokers using pulmonary function testing and computed tomography. *Am Rev Respir Dis.* 1990; 141: 1497–500.

Поступила 31.10.2018

УДК 616–002.5–036:613.6:622.35–051

Савилов Е.Д.^{1,2}, Шугаева С.Н.^{1,3}, Морева А.Ю.^{1,4}, Макаров О.А.³

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ТУБЕРКУЛЕЗА У РАБОТНИКОВ УРАНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

¹ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, м/р-н Юбилейный, 100, г. Иркутск, Россия, 664079;

²ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», ул. Тимирязева, 16, Иркутск, Россия, 664003;

³ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Красного Восстания, 1, Иркутск, Россия, 664003;

⁴ГУЗ «Краевая больница №4», ул. Больничная, 5, г. Краснокаменск, Забайкальский край, Россия, 674667

Цель исследования — оценка влияния условий труда на клинико-эпидемиологические проявления туберкулеза у работников, связанных с добычей и переработкой урановых руд.

Материалы и методы. Проведено проспективное исследование методом сплошной выборки случаев заболевания туберкулезом трудоустроенных жителей г. Краснокаменска Забайкальского края в возрасте 20–60 лет (2005–2015 гг.).

Сформированная выборка ($n=94$) была разделена на две группы: основная группа — работники уранодобывающего предприятия ($n=40$), группа сравнения — работники не связанных с производством урана предприятий ($n=54$). В анализируемых группах изучены многолетняя динамика заболеваемости и клинические проявления туберкулезного процесса. Оценен риск туберкулеза у работников уранового производства в зависимости от уровня радиационного воздействия и трудового стажа.

Результаты. Установлен более высокий среднемноголетний уровень заболеваемости туберкулезом среди работников уранового производства ($Me=70,10/0000$ [40,2–115,5]), не зависящий от уровня ($Me=13,20/0000$ [9,7–31,8]) и тренда заболеваемости работающего населения города ($rs=0,382$; $p=0,247$). Туберкулезный процесс имеет более неблагоприятные клинические проявления у работников уранового производства с высоким уровнем радиационного воздействия (персонал группы А). Среди них зарегистрировано более частое выделение возбудителя туберкулеза во внешнюю среду по сравнению с заболевшими туберкулезом работниками, имевшими меньший уровень радиационного воздействия (персонал группы Б) (52% и 16% соответственно; $p=0,022$). Наибольший риск туберкулеза выявлен у работников персонала группы А при стаже трудовой деятельности от 5 до 15 лет ($OR=2,7$ [1,1–7,0]).

Выводы: Условия труда работников уранового предприятия негативно влияют на уровень заболеваемости туберкулезом и способствуют развитию высоко заразных форм заболевания.

Ключевые слова: туберкулез; эпидемиология туберкулеза; клиническое течение; урановая руда; радон; радиационное воздействие

Для цитирования: Савилов Е.Д., Шугаева С.Н., Морева А.Ю., Макаров О.А. Влияние условий труда на клинко-эпидемиологические проявления туберкулеза у работников уранодобывающего предприятия. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 41–46. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-41-46>

Для корреспонденции: Макаров Олег Александрович, проф. каф. общей гигиены ИГМУ, д-р мед. наук. E-mail: makarov6@mail.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Evgeniy D. Savilov^{1,2}, Svetlana N. Shugaeva^{1,3}, Anastasiya Yu. Moreva^{1,4}, Oleg A. Makarov³

INFLUENCE OF WORK CONDITIONS ON CLINICAL AND EPIDEMIOLOGIC MANIFESTATIONS OF TUBERCULOSIS IN URANIUM EXTRACTION ENTERPRISE WORKERS

¹Irkutsk State Medical Academy of postgraduate education — branch of Russian Medical Academy of continuous medical education, 100, Jubileyny microdistrict, Irkutsk, Russia, 664079;

²Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems, 16, Timiryazeva str., Irkutsk, Russia, 664003;

³Irkutsk State Medical University, 1, Krasnogo Vosstaniya str., Irkutsk, Russia, 664003;

⁴Regional Hospital No. 4, 5, Bol'nichnaya str., Krasnokamensk, Zabaykalsky Krai, Russia, 674667

Objective was to evaluate influence of work conditions on clinical and epidemiologic manifestations of tuberculosis in workers engaged into extraction and processing of uranium ores.

Materials and methods. Retrospective study with total sampling method covered tuberculosis cases in working inhabitants of Krasnokamensk town in Zabaikalsk region, aged 20–60 years (2005–2015). Formed sample ($n=94$) was divided into two groups: main group — workers of uranium-extracting enterprise ($n=40$), reference group — workers of enterprises not connected with uranium production ($n=54$). In the groups analyzed, the study covered longstanding dynamics of morbidity and clinical manifestations of tuberculosis process. Evaluation also included tuberculosis risk in workers of uranium production, in dependence on levels of radiation exposure and length of service.

Results. Higher average long-term level of tuberculosis morbidity was proved to be characteristic for the uranium production workers ($Me=70.10/0000$ [40.2–115.5]), not depending on level ($Me=13.20/0000$ [9.7–31.8]) and trend of morbidity among working inhabitants of the town ($rs=0.382$; $p=0.247$). Tuberculosis process has more unfavorable clinical manifestations in the uranium production workers with higher level of radiation exposure (group A personnel). Among them, more frequent discharge of the causative agent, in comparison with workers suffering from tuberculosis and having less level of radiation exposure (group B personnel) (52% and 16% respectively; $p=0.022$). The maximal tuberculosis risk was demonstrated for group A personnel with length of service from 5 to 15 years ($OR=2.7$ [1.1–7.0]).

Conclusion. Work conditions of uranium enterprise workers have negative influence on tuberculosis morbidity level and result in highly contagious types of tuberculosis.

Key words: tuberculosis; tuberculosis epidemiology; clinical course; uranium ore; radon; radiation exposure

For citation: Savilov E.D., Shugaeva S.N., Moreva A.Yu., Makarov O.A. Influence of work conditions on clinical and epidemiologic manifestations of tuberculosis in uranium extraction enterprise workers. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 41–46. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-41-46>

For correspondence: Oleg A. Makarov, professor, department of general hygiene Irkutsk State Medical University, MD, PhD, DSc. E-mail: makarov6@mail.ru.

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Цель исследования — оценка влияния условий труда на клинко-эпидемиологические проявления туберкулеза у работников, связанных с добычей и переработкой урановых руд.

Материалы и методы. Проведено проспективное исследование методом сплошной выборки случаев заболевания

туберкулезом трудоустроенных жителей г. Краснокаменска за период 2005–2015 гг. Основным градообразующим предприятием является Приаргунское производственное горно-химическое объединение (ППХО). Это уранодобывающее предприятие России, основанное в 1968 г., располагается в

18–20 км от города в непосредственной близости от рудного тела месторождения. Готовой продукцией предприятия является закись-окись урана — U_3O_8 .

Критерии включения участников в исследование: наличие постоянного места работы, возраст от 20 до 60 лет, впервые установленный и подтвержденный коллегиально диагноз туберкулеза любой органной локализации. От каждого участника проекта получено информированное согласие на обработку данных.

Сформированная сплошная выборка представлена 94 участниками, которые были поделены на две группы. Основную группу наблюдения ($n=40$) составили работники ППГХО, чья трудовая деятельность была связана с вредными условиями труда (радиационное воздействие), относящиеся к персоналу категорий облучаемых лиц (группы А и Б). Группа сравнения ($n=54$) — заболевшие туберкулезом жители г. Краснокаменска, которые не работали на урановом руднике и не связывали свою профессиональную деятельность с какими-либо вредными производственными факторами. Все участники исследования имели одинаковый уровень качества оказания медицинской помощи — обслуживание в одном медицинском учреждении.

Группы наблюдения были сопоставимы по возрасту пациентов: медиана распределения возраста в основной группе составила 41 год, в группе сравнения — 38 лет ($p>0,05$). По половому признаку имело место неравнозначное распределение пациентов в сформированных группах. В основной группе наблюдения доля мужчин составила 82,5% ($n=33$), в группе сравнения — 57,4% ($n=31$) ($\chi^2=5,55$; $p=0,018$). Более высокий удельный вес мужчин в основной группе обусловлен преимущественно физически тяжелым характером работы на ППГХО, что отразилось на распределении лиц мужского пола при отборе претендентов на работу в подземных рудниках.

Исследование проведено в два этапа. Первый этап включал в себя изучение многолетнего движения заболеваемости и отдельных показателей клинического проявления впервые выявленного туберкулеза за период 2005–2015 гг. у групп взрослого работающего населения с постоянным местом проживания в г. Краснокаменске. Учитывая то, что анализ заболеваемости туберкулезом на ППГХО проводился среди лиц, связанных с радиационным воздействием, для расчета этого показателя использована численность персонала, связанного с воздействием ионизирующего излучения. Для расчета заболеваемости в группе сравнения использовано количество работающего населения г. Краснокаменска за аналогичный период времени.

Второй этап работы посвящен оценке влияния накопленной эффективной дозы облучения на клинические характеристики туберкулеза у лиц, работающих на ППГХО в условиях различного уровня радиационного воздействия. Для этого использована также оценка распределения впервые выявленных больных по производственному стажу (до 5 лет, 5–15 лет и более 15 лет) и по возрастным группам пациентов (20–35; 36–50 и 51–60 лет).

В ходе этого этапа проведена стратификация основной группы наблюдения по категориям облучаемых лиц — персонал группы А, персонал группы Б. Критериями отнесения персонала к указанным группам являются: мощность эффективной дозы γ -излучения на рабочем месте свыше 2,5 мкЗв/час; ЭРОА_{Рн} в воздухе зоны дыхания — 310 Бк/м³; удельная активность в производственной пыли ^{238}U , находящегося в радиоактивном равновесии с членами своего ряда — 40/г кБк/кг, где f — среднегодовая общая запыленность воздуха в зоне дыхания, мг/м³.

Персонал группы А представлен следующими рабочими специальностями: подземные машинисты электроваз, подземные крепильщики, бурильщики, проходчики, дозиметристы.

Персонал группы Б: токарь, водитель, сварщик, лаборант, работающие вне подземных выработок.

По количественному составу выделенный персонал групп А и Б не имел статистически значимых различий (21 и 19 человек соответственно; $\chi^2=0,20$; $p=0,655$). Сравнение этих пациентов по половому признаку установило выраженное сопоставимое преобладание в обеих группах мужчин (группа А — 90,4%, группа Б — 73,7%; $p=0,226$).

Статистическая обработка результатов исследования проведена по непараметрическим критериям с использованием пакетов программ «Statistica-10». Первичные данные в работе представлены в виде абсолютных (n) и относительных величин с доверительными интервалами (P [ДИ_{0,95}]). Значимость различий качественных признаков оценена при помощи критерия χ^2 и его модификаций (поправка Йейтса при $Rab\leq 10$, двусторонний точный критерий Фишера при $Rab\leq 5$). При сравнении частоты исходов среди исследуемых лиц вычислялся показатель «отношение рисков» и доверительные интервалы к нему (ОР, [ДИ_{0,95}]). Для оценки многолетнего движения заболеваемости использован метод расчета темпов прироста (Тпр.) по средней геометрической, рассчитанной по выровненным данным с использованием метода наименьших квадратов, а также корреляционный анализ (по Спирмену) между динамическими рядами заболеваемости туберкулезом в сравниваемых группах. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез (p) принят равным 0,05.

Результаты. Рабочие ПАО «ППГХО» в подземных условиях подвергаются воздействию радиационного фактора в течение 100% рабочего времени: мощность эффективной дозы γ -излучения поверхности выработок, отбивной горной массы; ЭРОА_{Рн} в воздухе рабочей зоны; удельная активность ^{238}U в производственной пыли.

По данным лаборатории радиационной безопасности ПАО «ППГХО», для персонала группы А средняя мощность дозы γ -излучения на рабочих местах в 2015 г. составила: подземный рудник №1–1,35 мкЗв/час; подземный рудник №8–1,96 мкЗв/час; шахтопроходческое управление — 0,86 мкЗв/час. Эффективная годовая доза от данного вида монофакторного воздействия: для работников подземного рудника №1–2 мЗв, подземного рудника №8–2,94 мЗв, шахтопроходческого управления — 1,29 мЗв.

По данным оперативного контроля среднее значение содержания в воздухе рабочей зоны ЭРОА_{Рн} в 2015 г. составило: подземный рудник №1–756 Бк/м³, подземный рудник №8–888 Бк/м³, шахтопроходческое управление — 828 Бк/м³. Эффективная годовая доза от данного вида монофакторного воздействия составила соответственно для работников подземного рудника №1–10,2 мЗв, подземного рудника №8–12 мЗв, шахтопроходческого управления — 11,2 мЗв. Удельная активность в производственной пыли ^{238}U в воздухе рабочей зоны подземных выработок ПАО «ППГХО» в 2015 г. составила от 0,09 Бк/м³ до 0,44 Бк/м³ в зависимости от рабочих мест, что в среднем соответствует значению годовой эффективной дозы 4,8 мЗв.

Таким образом, суммарная эффективная годовая доза учитываемых факторов для персонала группы А составила: подземный рудник №1–17 мЗв, подземный рудник №8–19,74 мЗв, шахтопроходческое управление — 17,29 мЗв, со средним значением для работающих ПАО «ППГХО» — 18 мЗв.

Среднее значение годовой эффективной дозы персонала группы Б для ПАО «ППГХО» в 2015 г. составило 0,68 мЗв (среднее значение мощности дозы γ -излучения на рабочих местах — 0,16 мкЗв/час, среднее значение содержания в воздухе рабочей зоны ЭРОА_{РН} — 20 Бк/м³).

Проведенный предварительный анализ по сопоставлению уровней заболеваемости впервые выявленного туберкулеза у работников ППГХО (основная группа) и работающих вне данного объединения жителей г. Краснокаменска (группа сравнения) выявил выраженные различия между сравниваемыми статистическими показателями. В основной группе наблюдения медиана распределения показателя заболеваемости (70,1⁰/₀₀₀₀, ДИ_{0,95} 40,2–115,5) значимо превышает аналогичные данные относительно группы сравнения (13,2⁰/₀₀₀₀, ДИ_{0,95} 9,7–31,8) и имеет место менее интенсивное ее снижение в течение многолетнего анализируемого периода (среднегодовой темп прироста равен –6,3 и –10,6% соответственно). Тем не менее, сравнительное движение заболеваемости свидетельствует о независимости распределений этих двух динамических рядов (коэффициент корреляции $r_s=0,382$; $p=0,247$).

На втором этапе исследования изучены клинико-эпидемиологические характеристики туберкулеза у пациентов основной группы в зависимости от уровня радиационного воздействия (персонал групп А и Б).

Проведенный анализ взаимосвязи манифестации туберкулеза и стажа трудовой деятельности на предприятии ППГХО в выделенных стратах позволил определить время риска развития этого заболевания в зависимости от накопленной дозы (табл. 1). Выявлено, что значимые различия пришлись на трудовой стаж от 5 до 15 лет. В этот период трудовой деятельности заболевание туберкулезом выявлено у 57,2% больных персонала группы А, что в 2,7 раза превышает этот показатель среди работников с заведомо меньшим уровнем радиационного воздействия (21,0% пациентов — персонал группы Б). При стаже работы до 5 лет и более 15 лет существенных различий не выявлено.

Кроме этого имеет место выраженная тенденция к смещению доли заболевших лиц на более молодой возраст.

В возрасте 20–35 лет у работников персонала группы А заболевание туберкулезом было выявлено у 52,4% лиц, в то время как у персонала группы Б — 36,8% заболевших.

При сравнительной оценке основных клинико-эпидемиологических показателей туберкулеза в группах наблюдения (табл. 2) установлено статистически значимое преобладание больных среди пациентов персонала группы А, выделяющих возбудитель во внешнюю среду. Их доля составила 52,4% против 15,7% в сравниваемой группе Б, что увеличивает риск развития эпидемически опасных форм туберкулеза в 3,3 раза у работников с максимальным уровнем радиационного воздействия. По остальным показателям статистически значимых различий не выявлено, однако табличный материал демонстрирует их более частую встречаемость среди пациентов, профессионально подвергаемых высокому уровню ионизирующего облучения.

Обсуждение. Условия труда и антропогенное загрязнение окружающей среды оказывает выраженное воздействие на формирование индивидуального и популяционного здоровья: на фоне неблагоприятной экологической обстановки наблюдается снижение устойчивости организма человека к разнообразным факторам риска.

Влияние условий труда на заболеваемость органов дыхания показано во многих научных исследованиях [1–3], тем не менее, и в этом вопросе имеются «белые пятна» к которым в частности принадлежит радиационное воздействие природных источников ионизирующего излучения [1]. Понятно, что эта проблема имеет ведущее значение у работников связанных с добычей и переработкой урановых руд, у которых это воздействие относится уже не к фоновому природному, а к выраженному производственному фактору риска, при котором наибольшую эффективную дозу облучения получают рабочие, деятельность которых связана с непосредственным контактом с радиоактивными горными породами [4–6].

Вместе с тем, существующая в настоящее время парадигма к радиационному воздействию относит лишь факт развития дополнительных случаев новообразований легких [4,7]. Тем не менее, имеются отдельные исследования, ука-

Таблица 1

Частота встречаемости заболевания туберкулезом у больных основной группы наблюдения с разным уровнем радиационного воздействия (персонал групп А и Б) в зависимости от трудового стажа ($P_{абс.}/\%$ (ДИ_{0,95}))
Tuberculosis prevalence in main group patients with various levels of radiation exposure (groups A and B personnel) in dependence of length of service ($P_{abs}/\%$ (CI0.95))

Стаж работы	Персонал группы (абс./%)		Статистические показатели	
	А (n=21)	Б (n=19)	p	ОР (ДИ _{0,95})
До 5 лет	4/19,0	6/31,6	0,472	0,6 (0,2–1,8)
5–15 лет	12/57,2*	4/21,0	0,027	2,7 (1,1–7,0)
Более 15 лет	5/23,8	9/47,4	0,219	0,5 (0,2–1,2)

Примечание (здесь и в табл. 2): * — статистическая значимость различий показателей.

Таблица 2

Клинико-эпидемиологические показатели туберкулеза у больных основной группы наблюдения с разным уровнем радиационного воздействия (персонал групп А и Б)
Clinical and epidemiologic parameters of tuberculosis in main group patients with various levels of radiation exposure (groups A and B personnel)

Показатель	Персонал группы ($P_{абс.}/\%$)		Статистические показатели	
	А (n=21)	Б (n=19)	p	ОР (ДИ _{0,95})
Деструктивные изменения в очаге поражения	10/47,6	4/21,0	0,105	2,3 (0,9–6,0)
Выделение возбудителя во внешнюю среду	11/52,4*	3/15,7	0,022	3,3 (1,1–10,2)
Лекарственная устойчивость возбудителя	7/33,3	1/33,3	0,539	1,9 (0,4–10,1)

зывают на способность ионизирующего излучения вызывать соматическую патологию, а в ряде случаев утяжелять ее течение [8,9], что касается, прежде всего, заболеваний системы кровообращения. Для инфекционной патологии и, в частности, туберкулеза этот аспект проблемы практически крайне мало освещен в научной литературе [10,11].

При этом экологический фактор, являющийся одним из аспектов глобализации, влияет на ускорение эволюции инфекционных болезней, и ее темпы измеряются десятилетиями.

На начальном этапе представленной работы была проведена оценка состояния здоровья работников ППГХО, группой сравнения для которых послужило не работающее на комбинате взрослое население г. Краснокаменска. Проведенный клинико-эпидемиологический скрининг обнаружил значимые различия между сравниваемыми группами по заболеваемости туберкулезом. На протяжении 11-летнего периода выявлены более высокие уровни инцидентности этого заболевания с одновременно менее ее интенсивным снижением среди работников уранодобывающего предприятия относительно группы сравнения.

В ходе исследования установлены выраженные различия в частоте развития и клинических проявлений туберкулеза у работников персонала групп А и Б. Максимальный риск развития туберкулеза в группе А проявляется при трудовом стаже от 5 до 15 лет, что, возможно, связано с длительным воздействием вредных условий труда. Отсутствие значимых различий в частоте развития туберкулеза при производственном стаже дольше этого срока может объясняться вычленением из субпопуляции предрасположенных к данной инфекции лиц на предыдущих этапах. Логично предположить, что это приводит к выравниванию показателя заболеваемости среди длительно работающих лиц (более 15 лет) с разными уровнями облучения. Косвенным доказательством полученных данных, хотя и не получивших статистического подтверждения, является смещение доли заболевших лиц среди работников, подвергающихся максимальному уровню ионизирующего излучения, на более молодой возраст. Среди персонала группы А большинство заболевших туберкулезом (52,4%) было выявлено в возрасте 20–35 лет, в то время как для персонала группы Б на этот возрастной период пришлось лишь 36,8% заболевших.

Выводы:

1. Установлен более высокий среднемноголетний уровень заболеваемости туберкулезом среди работников уранового производства ($Me=70,1^{10}/_{0000}$; $ДИ_{0,95} 40,2-115,5$) по отношению к группе сравнения не зависящий от уровня ($Me=13,2^{10}/_{0000}$; $ДИ_{0,95} 9,7-31,8$) и тренда заболеваемости постоянного работающего населения города ($r_s=0,382$; $p=0,247$).

2. Эффективная доза для персонала группы А ПАО «ППГХО» в 2015 г. составила 18 мЗв/год, для персонала группы Б — 0,68 мЗв/год.

3. Наибольший риск развития туберкулеза выявляется у работников персонала группы А при стаже трудовой деятельности от 5 до 15 лет ($OP=2,7$; $ДИ_{0,95} 1,1-7,0$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поцелуев Н.Ю., Салдан И.П., Баландович Б.А., Окоелова О.В., Филиппова С.П. Гигиеническая оценка индивидуальных годовых доз природного облучения населения модельных территорий Алтайского края. *Радиационная гигиена*. 2016; 3: 28–35. DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-3-28-35

2. Сюрин С.А., Гущин И.В., Рогачева И.И. Особенности бронхолегочной патологии у рабочих карбонильного производства никеля в условиях Кольского севера. *Экология человека*. 2010; 7: 20–4.

3. Хорошилова Л.С., Трофимова И.В. Здоровье работников угольной отрасли и ее влияние на демографическую ситуацию в Кемеровской области. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2012; 1: 248–52.

4. Голованев С.М. Радон и канцерогенный риск в г. Москва. *Радиационная гигиена*. 2015; 1: 16–20.

5. Макаров О.А., Савченков М.Ф., Ильин В.П., Колесникова Л.И. *Радон и здоровье населения*. Новосибирск; 2000.

6. Овсейчук В.А., Алексеев О.Н. Предохранение горнорабочего очистного забоя от радиоактивного облучения при разработке урановых месторождений. *Вестник Читинского государственного университета*. 2009; 3: 19–23.

7. Риск заболевания раком легких в связи с облучением дочерними продуктами распада радона внутри помещений: Публикация 50 МКРЗ: пер. с англ. М.; Энергоатомиздат; 1992.

8. Тихонов М.Н. Влияние малых доз ионизирующей радиации на здоровье человека. *Экология промышленного производства*. 2011; 2: 27–39.

9. Уйба В.В., Киселев М.Ф., Романов В.В., Шандала Е.К., Хохлова Е.А. Проблемы безопасности населения на территориях с природными и техногенными факторами радиации на примере района влияния Приаргунского горно-химического комбината. *Биосфера*. 2009; 1: 101–5.

10. Захаренков В.В., Морозова О.А., Виблая И.В. Особенности развития силикотуберкулеза у рабочих предприятий черной металлургии. *Бюллетень ВСНЦ СОРАМН*. 2012; 5: 82–5.

11. Ноздрачева Е.В., Тимченко А.Д. Выявление зависимости между радиоактивной загрязненностью местности и эпидемиологической ситуацией по туберкулезу. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2011; 2: 82–83.

REFERENCES

1. Potseluyev N.Yu., Saldan I.P., Balandovich B.A., Okolelova O.V., Filippova S.P. Hygienic assessment of individual annual doses of natural exposure to the population of the model territories of the Altai Territory. *Radiatsionnaya gigiyena*. 2016; 9: 28–35. (in Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-3-28-35.

2. Syurin S.A., Gushchin I.V., Rogacheva I.I. Features of bronchopulmonary pathology in carbonyl production of nickel in the conditions of the Kola north. *Ekologiya cheloveka*. 2010; 7: 20–4 (in Russian).

3. Khoroshilova L.S., Trofimova I.V. Health of workers in the coal industry and its impact on the demographic situation in the Kemerovo region. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012; 1: 252–48 (in Russian).

4. Golovanev S.M. Radon and cancer risk in Moscow. *Radiatsionnaya gigiyena*. 2015; 1: 16–20 (in Russian).

5. Makarov O. A., Savchenkov M.F., Ilyin V.P., Kolesnikova L.I. Radon and health of the population. Novosibirsk; 2000 (in Russian).

6. Ovseychuk V.A., Alekseyev O.N. Predokhraneniye of the stope miner from radiation exposure when developing uranium fields. *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009; 3:19–23 (in Russian).

7. The risk of lung cancer in connection with radiation child decay products indoor radon: ICRP Publication 50: per. from English. M.: Energoatomizdat; 1992 (in Russian).

8. Tikhonov M.N. Influence of small doses of the ionizing radiation on health of the person. *Ehologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2011; 2: 27–39 (in Russian).

9. Ujba V.V., Kiselev M.F., Romanov V.V., Shandala E.K., Hohlova E.A. (2009). Security problems of the population in the territories from natural and technogenic factors of radiation on the example of area of influence Priargunsky mining and chemical combine. *Biosfera*. 2009; 1: 105–1 (in Russian).

10. Zakharenkov. V.V., Morozova O.A., Viblaya I.V. Features of development of silicotuberculosis in workers of ferrous metallurgy

enterprises. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra SO RAMN*. 2012; 5: 82–5 (in Russian).

11. Nozdracheva E.V., Timchenko L.D. Identification of the relationship between radioactive contamination of the terrain and the epidemiological situation of tuberculosis. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011; 2: 82–3 (in Russian).

Поступила 28.03.2018

УДК 614.89

Герегей А.М.¹, Малахова И.С.¹, Моисеев Ю.Б.², Иванов И.В.^{1,3,4}, Глухов Д.В.³

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ И ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

¹ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Минобороны России, ул. Лесопарковая, 4, Санкт Петербург, Россия, 195043;

²ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Минобороны России, г. Щелково–10, Московская область, Россия, 141103

³ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;

⁴ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991

Введение. Актуальность исследования связана с необходимостью физиолого-гигиенических и эргономических обоснований методик оценки переносимости средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Цель работы — изучение возможности применения современных средств и методов исследования функционального состояния (ФС) организма человека и его работоспособности в процессе физиолого-гигиенической и эргономической оценки (ЭО) СИЗ.

Методика. Используются аналитические методы исследования и рассмотрены методические вопросы, связанные с оценкой ФС организма и работоспособности человека.

Результаты. Показано, что существующая нормативная база для оценки влияния СИЗ на ФС организма не учитывает достижений современного медицинского приборостроения, устарела и нуждается в совершенствовании. Обоснован выбор методов, позволяющих совершенствовать подходы к оценке СИЗ в модельных и производственных условиях. Показано, что в процессе медико-биологической оценки СИЗ целесообразно исследовать ФС опорно-двигательного аппарата (ОДА), кардиореспираторной и нервной систем. Эргоспирометрия (ЭСМ) является наиболее информативным методом оценки ФС кардиореспираторной системы, «захват движений» с помощью инерциальных датчиков — наиболее приемлемым методом оценки влияния СИЗ на подвижность работника, а стабилметрия может дополнить существующие методы оценки влияния СИЗ на ОДА и нервную систему.

Выводы: Проведенные исследования могут являться основой для совершенствования перспективных методов физиолого-гигиенической и ЭО СИЗ.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты; трудовая деятельность; функциональное состояние организма; работоспособность; эргоспирометрия; инерциальные датчики; стабилметрия

Для цитирования: Герегей А.М., Малахова И.С., Моисеев Ю.Б., Иванов И.В., Глухов Д.В. Современные методы физиолого-гигиенической и эргономической оценки средств индивидуальной защиты. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 46–51. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-46-51>

Для корреспонденции: Герегей Андрей Михайлович, зам. нач. научно-исслед. испытательного отдела ФГБУ «ГНИИИ военной медицины» МО РФ. E-mail: a.geregey@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Andrey M. Geregey¹, Inga S. Malakhova¹, Yurii B. Moiseev², Ivan V. Ivanov^{1,3,4}, Dmitrii V. Glukhov³

MODERN METHODS OF PHYSIOLOGICAL, HYGIENIC AND ERGONOMIC EVALUATION OF INDIVIDUAL PROTECTIVE MEANS

¹State Research Test Institute of Military Medicine, 4, Lesoparkovaya str., St. Petersburg, Russia, 195043;

²Central Research Institute of the Air Force, Schelkovo–10, Moscow region, Russia, 141103;

³Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budenogo Ave., Moscow, Russia, 105275;

⁴I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8–2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

Introduction. Topicality of the study is associated with necessity of physiologic, hygienic and ergonomic basis for methods evaluating tolerance of individual protective means.

Objective is to study possible use of contemporary facilities and investigation methods for functional state of humans and their performance within physiologic, hygienic and ergonomic assessment of individual protective means.

Methods. The authors used analytic methods and considered methodic issues connected with evaluation of human functional state and performance.

Results. Findings are that present regulation basis evaluating influence of individual protective means on human functional state does not consider contemporary novelties in medical equipment, is outdated and requires improvement. The authors justified selection of methods that improve approaches to evaluation of individual protective means in simulated and real industrial conditions. Evidences are that medical and biologic evaluation of individual protective means should study functional state of locomotory system, cardio-respiratory and nervous systems. Ergospirometry is the most informative method to evaluate functional state of cardio-respiratory system, "movements capture" by inertial sensors is the most applicable method to evaluate influence of individual protective means on workers' mobility, and stabilometry can add existing methods evaluating influence of individual protective means on locomotory and nervous systems.

Conclusions. The studies performed can serve as a basis for improvement of prospective methods of physiologic, hygienic and ergonomic evaluation of individual protective means.

Key words: individual protective means; working activity; human functional state; working capacity; ergospirometry; inertial sensors; stabilometry

For citation: Geregey A.M., Malakhova I.S., Moiseev Yu.B., Ivanov I.V., Glukhov D.V. Modern methods of physiological, hygienic and ergonomic evaluation of individual protective means. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 46–51. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-46-51>

For correspondence: Andrey M. Geregey, Deputy Head of Research and Testing Department State Research Test Institute of Military Medicine. E-mail: a.geregey@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. В системе организации безопасности проведения работ людей, деятельность которых осуществляется во вредных или опасных условиях труда, одним из основных мероприятий в большинстве случаев является применение специальных СИЗ¹. Длительная эксплуатация СИЗ, особенно со значительными массогабаритными показателями, может отрицательно влиять на ФС организма человека и снижать его работоспособность, что, несомненно, негативно отражается как на эффективности труда работника, так и на его здоровье. В результате этого исследователям, изучающим биомедицинские вопросы разработки СИЗ, приходится искать компромисс между обеспечением нужной степени защиты работника с одной стороны и уровнем его работоспособности — с другой, т. е. решать своеобразную задачу оптимизации. Для этого необходимо иметь количественные характеристики как прямых показателей деятельности, так и ее физиологической цены, определяемой по динамике физиологических характеристик, регистрируемых с помощью специальной аппаратуры.

Проведение испытаний, связанных с определением показателей защитных характеристик СИЗ, являются, в большей мере, прерогативой исследователей технических специальностей. Проблемы оценки эффективности защиты различных видов СИЗ детально проработаны специалистами в области безопасности труда как в критериальном, так и методическом смысле^{2,3,4}. В отличие от этого, вопросам,

связанным с физиолого-гигиеническими и эргономическими исследованиями СИЗ, уделено гораздо меньше внимания. Существенной проблемой является то, что оценка ФС организма работника, использующего СИЗ, основана на применении малоинформативных инструментальных методов, а зачастую связана с интерпретацией субъективных ощущений испытуемых^{5,6}.

Представляется актуальным рассмотреть современные методы и средства, позволяющие совершенствовать подходы к оценке влияния СИЗ на ФС организма человека и его работоспособность в процессе трудовой деятельности.

Цель работы — рассмотреть возможность применения современных средств и методов исследования ФС организма человека и его работоспособности в процессе физиолого-гигиенической и ЭО СИЗ.

Материалы и методы. Проанализированы и определены современные методы оценки ФС организма человека и его работоспособности. Обоснован выбор методов для совершенствования научных подходов к физиолого-гигиеническим и эргономическим исследованиям СИЗ.

Результаты исследований. ФС организма работника — физиологическая основа работоспособности, поэтому его оценка имеет первостепенное значение для исследования влияния СИЗ на производственную деятельность. Оценка ФС организма производится с помощью двух взаимодополняющих подходов: регистрации прямых показателей, основанной на изучении производственной деятельности (продуктивность, качество, надежность), и исследовании косвенных показателей, отражающих физиологическую цену деятельности, — по физиологическим и психофизиологическим критериям, причем это исследование, в свою очередь, строится с использованием показателей объективной и субъективной оценок.

¹ ГОСТ 12.4.064 – 84. Система стандартов безопасности труда. Костюмы изолирующие. Общие технические требования и методы испытаний. М.: ИПК Издательство стандартов; 2001.

² ГОСТ 12.4.064 – 84. Система стандартов безопасности труда. Костюмы изолирующие. Общие технические требования и методы испытаний. М.: ИПК Издательство стандартов; 2001.

³ ГОСТ EN 340 – 2012. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная. Общие технические требования. М.: Стандартинформ; 2014.

⁴ ГОСТ 12.4.265 – 2014. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты, предназначенные для работ с радиоактивными веществами, и материалы для их изготовления. Методы испытания и оценка коэффициента дезактивации. М.: Стандартинформ; 2015.

⁵ ГОСТ 12.4.061 – 88. Система стандартов безопасности труда. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты. М.: Издательство стандартов; 1988.

⁶ Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).

В настоящее время физиолого-гигиенические и эргономические испытания элементов СИЗ в значительной степени основываются на субъективных оценках и ограниченном наборе объективных показателей. Это имеет под собой объективные причины: особенности элементов СИЗ (большие габариты, ограничивающие возможность применения датчиков) и условий их применения (интенсивная двигательная деятельность, в т. ч. связанная с перемещениями тела в пространстве, затрудняющая использование электрических кабелей).

Основные рекомендации, касающиеся оценки работоспособности человека в изолирующих костюмах, средствах защиты органов дыхания, рук, ног и комплексных средствах, специальной защитной одежде, отражены в действующем на сегодняшний день ГОСТ 12.4.061–88 «Система стандартов безопасности труда. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты».

В соответствии с приложением №2 данного ГОСТ физическая нагрузка обеспечивается восхождением испытуемого на двухстороннюю лесенку с двумя ступенями в заданном ритме. Также допускается моделирование профессиональной деятельности с использованием тренажеров, испытательных стендов и других имитаторов, конструкция которых позволяет воспроизводить основные элементы этой деятельности, регистрировать количество и качество выполняемой работы. Оценка ФС организма и уровня работоспособности человека проводится с помощью регистрации основных физиологических показателей работника: частоты сердечных сокращений, артериального давления и др. Неотъемлемым компонентом ЭО и физиолого-гигиенической оценки СИЗ также является самооценка испытуемыми ФС организма, работоспособности и степени ограничения подвижности^{7,8}.

Регламентирующий документ сыграл в свое время большую роль в процессах создания эффективных СИЗ, однако теперь устарел, и применение предложенных методов не всегда является оправданным с учетом достижений научно-технического прогресса. Развитие технологий и приборостроения позволило создать новое поколение физиологической регистрирующей аппаратуры, отличающейся малыми размерами, позволяющей регистрировать одновременно сразу несколько физиологических показателей и выводить их на экран в режиме реального времени. Средства измерений отличаются небольшими габаритами, не требуют использования большого количества электрических проводов, что облегчает проведение исследований.

Это ставит перед специалистами медицины труда задачу поиска наиболее эффективных средств и методов изучения ФС организма человека и его работоспособности с учетом появления современных подходов к их оценке и новой аппаратуры, позволяющей как в модельных, так и производственных условиях получать необходимую информацию о реакции организма на предъявляемую физическую нагрузку.

ФС организма и работоспособность человека, несомненно, напрямую зависят от тяжести труда — характеристики, отражающей преимущественную нагрузку на ОДА и кардиореспираторную систему, и напряженности труда — характеристики, отражающей преимущественную

нагрузку на центральную нервную систему. Известно, что эксплуатация работником СИЗ в процессе трудовой деятельности не должна приводить к значительным нарушениям ФС его организма и существенному снижению работоспособности. Учитывая широкий спектр реакций организма на работу человека в СИЗ, оценка ФС должна носить комплексный характер. В связи с этим представляется важным выбрать наиболее современные методы и средства оценки состояния кардиореспираторной и нервной систем, ОДА для их применения при испытаниях СИЗ (рисунок).

Представленная схема в наибольшей степени пригодна для оценки таких габаритных и массивных средств, как изолирующие костюмы и спецодежда, однако изложенные подходы могут оказаться полезными и в отношении других классов СИЗ, которые утяжеляют производственную деятельность, т. е. создают дополнительную нагрузку на сердечно-сосудистую, дыхательную системы и ОДА работника.

В настоящее время для исследования функции кардиореспираторной системы человека широко применяется ЭСМ [1,2] — один из современных методов качественной и количественной оценки реакций и взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также метаболического ответа организма во время физических нагрузок.

В процессе эргоспирометрического исследования регистрируются показатели работоспособности в совокупности с электрокардиограммой, артериальным давлением [3]. Помимо количественного определения ключевых показателей работоспособности (максимальное потребление кислорода, порог анаэробного обмена, дыхательный коэффициент, кислородный пульс нагрузки и др.), ЭСМ позволяет определять метаболический эквивалент нагрузки, регистрировать основные показатели функции внешнего дыхания, такие как жизненная емкость легких, минутный объем дыхания, форсированная жизненная емкость и др.

В основе выбора метода лежит, прежде всего, его универсальность, неинвазивность и высокая диагностическая достоверность. Несомненным преимуществом ЭСМ при использовании ее в интересах медицины труда является возможность расчета энергозатрат в процессе выполнения конкретной функциональной пробы или на определенной ступени нагрузки с использованием показателей дыхательного коэффициента и калорического эквивалента по кислороду.

Возможность применения специализированного оборудования, основанного на беспроводной передаче данных, позволяет регистрировать все ключевые физиологические показатели и оценивать энергозатраты в условиях моделирования профессиональной деятельности, что позволит оценить влияние СИЗ на динамику работоспособности человека, выполняющего физическую работу.

В связи с этим, проведение ЭСМ-исследования в больших случаях способно не только полностью заменить существующие методы оценки влияния СИЗ на состояние кардиореспираторной системы, но и существенно расширить возможности физиолого-гигиенических исследований в этом направлении.

Помимо физиологических показателей оценивается влияние конструктивно-механических свойств СИЗ на подвижность работника. Оценка подвижности проводится по пятибалльной шкале, по результатам самооценки испытуемым ограничения движений при ходьбе, наклонах туловища, приседаниях, поднимании и отведении рук и

⁷ ГОСТ 12.4.061 – 88. Система стандартов безопасности труда. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты. М.: Издательство стандартов; 1988.

⁸ Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).

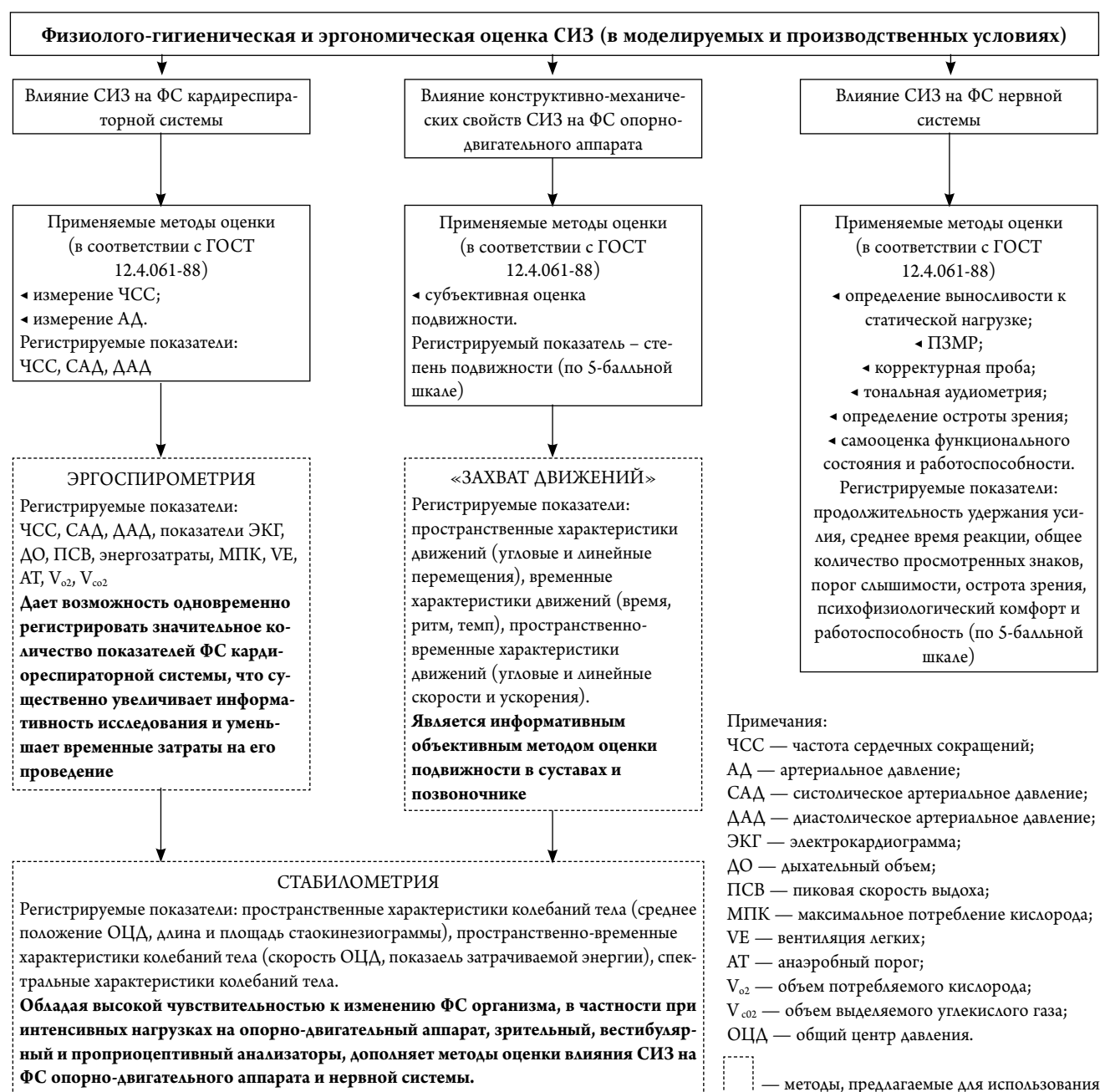


Рисунок. Направления совершенствования методик для физиолого-гигиенической и эргономической оценки СИЗ

Figure. Directions of improvements for methods of physiologic, hygienic and ergonomic evaluation of individual protective means

ног, вращении головы, наклонах головы, а также при имитации основных элементов профессиональной деятельности.⁹ Результаты таких исследований зачастую носят субъективный характер. Для повышения надежности оценки требуется поиск новых, наиболее объективных методов исследования.

В медицине широко применяемым методом оценки амплитуды движения в суставах является гониометрия. Однако, использование гониометрии при оценке влияния «габаритных» элементов СИЗ на биомеханические характеристики движений рабочих весьма затруднительно ввиду невозможности привязки положения гониометра к анатомическим ориентирам.

⁹ ГОСТ 12.4.061 – 88. Система стандартов безопасности труда. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты. М.: Издательство стандартов; 1988.

Наиболее распространенным способом регистрации биомеханических параметров движений человека является видеоанализ (видеозахват). Способ основан на регистрации сигналов, поступающих от пассивных маркеров (светоотражателей), закрепленных на проекциях костных выступов тела человека. Программно-аппаратные комплексы способны регистрировать биомеханические характеристики высокоамплитудных и самых незначительных по амплитуде движений всего тела человека или его сегментов, благодаря чему находят широкое применение в биомеханике и реабилитационной медицине. Несмотря на свои преимущества, метод обладает рядом недостатков, таких как ограниченность зоны видеосъемки, создание условий пониженной освещенности. Использование данного способа для оценки влияния СИЗ на биомеханические характеристики движений ограничивает еще один существенный

недостаток. Доступ к костным выступам испытуемого ограничивают элементы СИЗ, что требует устанавливать светоотражатели на поверхности СИЗ, нарушая методику проведения измерений. В связи с этим реальная картина положения сегментов тела в пространстве отражается недостаточно объективно, что в итоге может исказить результаты измерений [5,6].

В последнее время активно развивающиеся технологии микроэлектромеханических систем (МЭМС) сделали доступным применение инерциальных датчиков и систем регистрации параметров движения в недорогих массовых устройствах. Устройства имеют преимущества в размерах, энергопотреблении, решают задачи трехмерного ориентирования, позиционирования, измерения скорости и ускорений по трем осям, а также имеют широкий набор информационных интерфейсов [8]. МЭМС-датчики нашли свое применение в спортивной медицине, эргономике и биомеханике. Инерциальные МЭМС-датчики могут регистрировать линейное и угловое ускорения, угловую скорость в собственной трехмерной системе координат.

Хорошо разработана и доступна отечественная аппаратура для «захвата движений» человека. Датчики фиксируются на различных частях тела человека для оценки их пространственного положения при движении, в результате чего аккумулируются данные о движениях. Информация, поступающая с сенсоров (акселерометров, гироскопов, магнитометров), обрабатывается с помощью инерциальных цифровых сигнальных процессоров, находящихся в корпусе датчика, или с помощью внешних компьютерных устройств, после чего анализируется с помощью специальных алгоритмов.

Для повышения точности данных о движении или о его отношении к инерциальной системе координат в систему датчиков интегрируются различные типы вспомогательных сенсоров, таких как магнитные датчики, приемники глобальной системы позиционирования, высокочастотные датчики местоположения, барометр, фотокамера, а также датчики давления и/или силы. Имеются специальные костюмы с интегрированными в него датчиками.

У работников, деятельность которых связана с нагрузками на ОДА и нервно-мышечный аппарат, вестибулярный и зрительный анализаторы, особенно актуально использование стабилотрии — надежного и современного метода, позволяющего получить информацию о ФС организма работника, а также о работе отдельных систем, участвующих в процессе поддержания вертикальной позы. Стабилотрия включает в себя набор методик, позволяющий диагностировать неврологические заболевания, контролировать воздействия условий труда на работника.

Помимо классических методик, таких как тест Ромберга, оптокинетическая проба, тест лимита стабильности [6], стабилотрия может включать в себя тесты с биологической обратной связью по опорной реакции, что позволяет использовать их в качестве тренажерных устройств, направленных на совершенствование функции равновесия, координационных способностей, психологической устойчивости, повышение роли отдельных сенсорных каналов при управлении движениями в профессиональной деятельности [10,11]. Такие тесты позволяют скорректировать воздействие факторов труда на здоровье работников и повысить их работоспособность.

Стабилотрия позволяет дополнить исследование СИЗ на ОДА и нервно-мышечный аппарат работника.

Использование современного стабилотрического оборудования позволяет регистрировать простран-

ственные (среднее положение общего центра давления (ОЦД), длину и площадь статокинезиограммы), пространственно-временные (скорость ОЦД, показатель затрачиваемой энергии) и спектральные характеристики колебаний тела.

В настоящее время является возможным использование ЭСМ для исследования влияния СИЗ на состояние кардиореспираторной системы. Применение метода «захвата движений» способно существенно увеличить объективность исследований, касающихся оценки влияния СИЗ на ОДА работника. Использование стабилотрии позволяет регистрировать информативные объективные параметры при исследованиях, связанных с оценкой влияния СИЗ на состояние ОДА и нервной системы.

Выводы:

1. Существующая нормативная база для оценки влияния на СИЗ на ФС организма не учитывает достижений современного медицинского приборостроения, устарела и нуждается в совершенствовании.

2. Для оценки влияния на ФС организма работника СИЗ целесообразно комплексно исследовать состояние ОДА, кардиореспираторной и нервной систем с помощью аппаратных средств, характеризующихся неинвазивностью, высокой диагностической достоверностью и позволяющих регистрировать физиологические показатели непосредственно в процессе реальной или моделируемой профессиональной деятельности.

3. Для оценки физиологической цены деятельности при использовании СИЗ целесообразно использование ЭСМ, позволяющей регистрировать ключевые показатели физической работоспособности, основные показатели функции внешнего дыхания и рассчитывать энергозатраты в процессе выполнения конкретной функциональной пробы или на определенной ступени нагрузки с использованием данных дыхательного коэффициента и калорического эквивалента по кислороду.

4. Для повышения информативности и объективности оценки влияния СИЗ на ОДА и нервную систему работников целесообразно применять метод «захвата движений» и стабилотрии.

5. Проведенные исследования направлены на совершенствование и разработку перспективных методов физиологической и ЭО СИЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES пп. 4,7)

- Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Самойлов А.С. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине. *Спортивная медицина*. 2014; 3: 50–3.
- Лелявина Т.А., Ситникова М.Ю., Березина А.В., Шляхто Е.В., Семенова Е.С., Бубнова И.В., Гига И.В. Новый подход к выделению физиологических этапов механизма энергообеспечения во время возрастающей физической нагрузки у здоровых лиц. *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. 2012; 4 (86): 77–86.
- Курзанов А.Н., Заболотских Н.В., Мануйлов А.М. Клинико-физиологические аспекты диагностики функциональных резервов организма. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2015; 6 (155): 73–7.
- Бобылев А.Н. О двух модификациях метода наименьших квадратов в задаче восстановления утерянной информации системы видеонализа по показаниям акселерометра. *Российский журнал биомеханики*. 2012; 16 (55): 89–101.
- Скворцов Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилотрия: монография. М.: Научно-медицинская фирма МБН; 2007.

8. Бекмачев А. Компания Xsens — эксперт в области систем управления движением. *Компоненты и технологии*. 2013; 4: 32–6.

10. Кубряк О.В., Гроховский С.С. *Практическая стабилометрия. Статические двигательные-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции*. М.: ИПЦ «Маска»; 2012.

11. Шестаков М.П., Слива С.С., Войнов И.Д. Компьютерная стабилография в физической культуре и спорте. В сб.: Слива С.С., Болонев А.Г. *Сборник статей по стабилографии*. Таганрог: ОКБ «РИТМ»; 2006: 135–6.

REFERENCES

1. Biktimirova A.A., Rylova N.V., Samoilov A.S. Cardiorespiratory stress testing in sports medicine. *Sportivnaya meditsina*. 2014; 3: 50–3 (in Russian).

2. Lelyavina T.A., Sitnikova M.Yu., Berezina A.V., Shlyakhto E.V., Semenova E.S., Gija I.V. New approach to physiological phases allocation of energy supply mechanism during increasing physical activity of healthy persons. *Uchyonye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*. 2012; 4 (86): 77–86 (in Russian).

3. A.N. Kurzanov, N.V. Zabolotskiy, A.M. Manuilov. Clinical medical diagnostic aspects of human functional reserves. *Kubanskiy nauchnyi meditsynskiy vestnik*. 2015; 6 (155): 73–7 (in Russian).

4. Sigal L., Balan A.O., Black M.J. Human Eva: synchronized video and motion capture dataset and baseline algorithm for evalua-

tion of articulated human motion. *International Journal of Computer Vision*. 2010; 87 (1): 4–27.

5. Bobylev A.N. Concerning two modifications of the least square method for lost information restoring in the motion capture system upon accelerometer readings. *Rossiyskiy zhurnal biomekhaniki*. 2012; 16 (55): 89–101 (in Russian).

6. Skvortsov D.V. *Motor disorder diagnostics with instrumental methods such as gait analysis, stabilometrics: a monograph*. M.: Medical science corporation MBN; 2007 (in Russian).

7. Stevenson J.M., Selinger J., Gooyers C., Costigan P., Almonino S., Upjohn T. *Trial of Objective Biomechanical assessment of Extended Body Armour: Phase 1*. Kingston, Ontario, Canada: Ergonomics Research Group Queen's University; 2008.

8. Bekmachev A. Xsens Company — expert in the field of motion control systems. *Komponenty i tekhnologii*. 2013; 4: 32–6 (in Russian).

9. Luinge H.J., Roetenberg D., Slycke P.J. Motion tracking system. Patent US 8165844 B2. №US 11/748, 963; 2012.

10. Kubryak O.V., Grohovskiy S.S. *Practical stabilometrics. Static motor and cognitive tests with support reaction biofeedback*. M.: IPC «Maska»; 2012 (in Russian).

11. Shestakov M.P., Sliva S.S., Voinov I.D. Computer posturography in physical culture and sports. In the misc.: S.C. Plum, A.G. Bolonov. *Posturographic miscellany*. Taganrog: OKB «Ritm»; 2006: 135–6 (in Russian).

Поступила 27.04.2018

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

УДК 331.101.1, 331.101.5

Степанян И.В.

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ГРАФИЧЕСКИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ: СОСТОЯНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;

²Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Малый Харитоньевский пер., 4, Москва, Россия, 101990

Все большее количество работников значительную часть смены взаимодействуют с графическими пользовательскими интерфейсами (ГПИ). При низких эргономических качествах, а порой и неправильном использовании ГПИ возникает риск неблагоприятных эффектов для здоровья работника.

Выявлены и классифицированы типичные сценарии использования ГПИ. Для разных видов ГПИ и операторских профессий характерны различные показатели нагрузок — как биомеханических, так и психофизиологических. Среди основных элементов ГПИ — наличие или отсутствие мыши или джойстика, интуитивная ясность, сбалансированная цветовая гамма, постоянство расположения графических элементов, степень удобства и др. Обзор ГПИ разных видов и анализ их характерных признаков показал возможность возникновения разных факторов профессионального риска. Выявлены некоторые эргономические проблемы, связанные с встраиванием ГПИ в разные информационные технологии и системы. Показана роль эргономических характеристик ГПИ для безопасной и эффективной работы оператора. Приведены примеры алгоритмов визуализации больших объемов информации для облегчения ее восприятия и анализа. Правильное применение интерактивных средств компьютерной визуализации при грамотном проектировании и соблюдении эргономических принципов будет способствовать оптимизации умственного труда при инновационной деятельности, а также сохранению здоровья операторов. К перспективным разработкам в данном направлении можно отнести эргономичные интерфейсы, построенные с соблюдением принципов информационной гигиены, технологии анализа больших данных и автоматически генерируемую когнитивную графику.

Ключевые слова: графические пользовательские интерфейсы; эргономика; когнитивная графика; информационная гигиена
Для цитирования: Степанян И.В. Эргономические качества графических пользовательских интерфейсов: состояние и эволюция. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 51–57. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-51-57>

Для корреспонденции: Степанян Иван Викторович, ст. науч. сотр. лаб. профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников ФГБНУ «НИИ МТ»; вед. науч. сотр. отдела «Вибрационная биомеханика» Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, д-р биол. наук, канд. техн. наук. E-mail: neurocomp.pro@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3176-5279

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Ivan V. Stepanyan

ERGONOMIC QUALITIES OF GRAPHIC USER INTERFACES (GUI): STATE AND EVOLUTION

¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;

²Institute of Engineering Science named after A.A. Blagonravov, 4, Maly Kharitonyevsky Ln, Moscow, Russia, 101990

More workers are involved into interaction with graphic user interfaces most part of the working shift. However, low ergonomic qualities or incorrect usage of graphic user interface could result in risk of unfavorable influence on workers' health. The authors revealed and classified typical scenarios of graphic user interface usage. Various types of graphic user interface and operator occupations are characterized by various parameters of exertion, both biomechanical and psycho-physiological. Among main elements of graphic user interface are presence or absence of mouse or joystick, intuitive clearness, balanced palette, fixed position of graphic elements, comfort level, etc. Review of various graphic user interface and analysis of their characteristics demonstrated possibility of various occupational risk factors. Some disclosed ergonomic problems are connected with incorporation of graphic user interface into various information technologies and systems. The authors presented a role of ergonomic characteristics of graphic user interface for safe and effective work of operators, gave examples of algorithms to visualize large information volumes for easier comprehension and analysis.

Correct usage of interactive means of computer visualization with competent design and observing ergonomic principles will optimize mental work in innovative activity and preserve operators' health. Prospective issues in this sphere are ergonomic interfaces developed with consideration of information hygiene principles, big data analysis technology and automatically generated cognitive graphics.

Key words: *graphic user interfaces; ergonomics; cognitive graphics; information hygiene*

For citation: Stepanyan I.V. Ergonomic qualities of graphic user interfaces (GUI): state and evolution. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 51–57. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-51-57>

For correspondence: Ivan V. Stepanyan, senior researcher, Department of Prevention violations of workers' reproductive health, IRIOH, leading researcher, Department "Vibration Biomechanics", Institute of Engineering Science named after A.A. Blagonravov, Dr. Sci. Biol, Cand. Tech. Sci. E-mail: neurocomp.pro@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3176-5279

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. ГПИ (англ. graphical user interface, GUI) определяет взаимодействие пользователя с компьютером или электронным приложением посредством дисплея и графических изображений на нем. Концепцию разработал в 1960-е гг. Д. Энгельбарт в Стэнфордском университете (США), затем она была перенята фирмами Xerox (1973) и Apple Computers (1984).

В настоящее время ГПИ является стандартом большинства операционных систем и приложений. С развитием цифровой экономики, мобильных устройств и вычислительной техники ГПИ в значительной степени повлияли на трудовые отношения и условия труда. Развитие интерфейсов и языков программирования способствовало быстрому появлению новых и исчезновению старых профессий, среди которых присутствуют бухгалтеры и различные виды операторских профессий. При том, что существует ГОСТ Р 50923-96¹, интенсивное и разностороннее развитие IT-сектора требует разработки критериев оценки графических интерфейсов с учетом принципов эргономики и информационной гигиены [1]. Кроме того, в условиях процесса цифровизации экономики, быстро развивающихся информационных технологий и графических интерфейсов требуется разработка соответствующих критериев гигиенической оценки и рекомендаций по мерам профилактики.

Виды ГПИ и факторы профессионального риска.

При взаимодействии человека с ГПИ в процессе обмена

информацией [1–3] в значительной степени задействован зрительный анализатор с характерной напряженностью труда. При переутомлении зрения возникает риск развития «прогрессирующей близорукости от повышенного напряжения зрения» (по МКБ-10 код H52.1, код внешних причин X50.1–8).

Наблюдаются эффекты вынужденных поз и соответствующих биомеханических шаблонов, при этом существенную роль в процессах адаптации организма к ГПИ играет вегетативная нервная система и механизмы аллостазы [4]. Тем самым цифровизация экономики ставит задачи управления профессиональными рисками, связанными с эргономикой ГПИ в условиях быстро изменяющихся информационных систем и средств взаимодействия с ними. В связи с этим встает вопрос анализа эргономических свойств ГПИ для их гигиенической оценки с целью сохранения работоспособности и здоровья операторов. Эти вопросы относятся к области информационной гигиены [2].

В обзоре [5] Европейского агентства безопасности и здоровья на работе отмечается, что взаимодействие и зависимость от технологий растет почти во всех областях экономики. В настоящее время наблюдается переход к интерактивным ГПИ вместо кнопочных. Проблемы эволюции интерфейсов в системах «человек-машина» исследуются на протяжении последних десятилетий [6].

Изучались вопросы эргономики и безопасности в сложных технических системах. Была показана роль нарушений производственных процессов [7], систем управления [8] и

¹ ГОСТ Р 50923-96. «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения».

человеческого фактора [9,10] в вопросах безопасности и управления рисками. Неэргономичный человеко-машинный интерфейс может вызывать серьезные последствия с точки зрения несчастных случаев и профессиональных заболеваний, включая стресс на работе, поэтому его правильное включение в конструкторское оборудование и рабочее место имеет большое значение.

Как правило, ГПИ состоит из элементов, включающих навигационное меню, текстовую информацию, виджеты, кнопки, списки, значки и др. Некоторые примеры информационных систем на базе ГПИ в различных сферах экономики:

- автоматизированные рабочие места (АРМ) и корпоративные CRM/ERP системы;
- расчетно-кассовое оборудование и электронная бухгалтерия;
- аналитические и новостные платформы;
- текстовые редакторы и операторские программы;
- программы для спутниковой навигации и транспорта;
- интернет браузеры, мобильные приложения и др.

Приведенные ГПИ относятся к различным классам как с позиций эргономики использования, так и по видам соответствующих информационных систем. Существуют альтернативные виды интерфейсов:

- консоль или интерфейс командной строки (англ. Command line interface, CLI), в котором инструкции машины задаются путем ввода с клавиатуры текстовых команд.
- текстовый пользовательский интерфейс (ТПИ; англ. Text user interface, TUI; Character User Interface, CUI), в котором используется только набор буквенно-цифровых символов.

Текстовые и консольные пользовательские интерфейсы характеризуются быстротой отображения информации и имеют ряд эргономических преимуществ перед графическими. Их достоинством является то, что ввод команды осуществляется гораздо быстрее, чем навигация по меню с помощью мыши, что позволяет более оперативно взаимодействовать с приложениями, снижая тем самым нагрузки на зрительный анализатор оператора. Кроме того, они позволяют вместить значительно большее количество информации на дисплее. Использование текстовых интерфейсов на рабочем месте также способствует снижению нагрузки на шейно-воротниковую зону за счет отсутствия компьютерной мыши и связанных с ней вынужденных поз, которые при продолжительном однообразном труде могут стать причиной болей в спине. Текстовые и консольные пользовательские интерфейсы являются предпочтительными для профилактики стрессов у операторов. На эти характеристики обратили внимание во многих компаниях, в том числе в транспортной сфере, снабдив кассиров текстовыми

интерфейсами для повышения производительности труда и снижения нагрузок.

В ряде работ [5,11–15] рассматривается каким образом ГПИ создает профессиональные риски, описывают профессии и виды неблагоприятных воздействий, а также даются некоторые рекомендации для снижения риска. В частности, в качестве меры по снижению рисков говорят о необходимости упрощения [12], стандартизации [14] и учета психологических факторов [15] в сложных технических системах.

Существуют различные устройства ввода информации в ГПИ (табл. 1): как правило, это клавиатура, мышь, сенсорная панель и сенсорный экран, которые могут вызвать биомеханические нагрузки на костно-мышечную систему оператора. В некоторых видах операторской деятельности предпочтительными являются сенсорные экраны. Для большинства работ, связанных с вводом текстовой информации, наиболее эргономичным устройством является клавиатура, при использовании которой требуются дополнительные навыки и обучение.

При продолжительном взаимодействии оператора с элементами ГПИ может возникать нагрузка на его шейно-воротниковую зону, что делает актуальной проблему оценки связи работ с ГПИ на появление болей в шейном отделе. Типовые сценарии использования устройств ввода информации при взаимодействии с ГПИ приведены в табл. 2.

Среди типовых сценариев вредных информационных нагрузок от ГПИ — периодическая принудительная смена пароля с заданием придумать новый пароль, не совпадающий с предыдущими и состоящий из заданного количества определенных символов. Возможный вариант решения — предложение генерации безопасного пароля, либо использование менеджеров паролей.

Возможно облегчение восприятия элементов интерфейса посредством использования вместо текстов пиктограмм, которыми обычно служат иконки, значки, кнопки. Использование узнаваемых и интуитивно понятных пиктограмм снижает нагрузки на зрительный анализатор.

Еще один типовой сценарий, способный утомлять операторов — изменение привычных элементов ГПИ программы или операционной системы при обновлении до последней версии. Пользователю приходится заново адаптироваться к новому интерфейсу, который не всегда интуитивно понятен, что вызывает дополнительные нагрузки. Текстовые интерфейсы, как правило, не обладают данным недостатком, поскольку в большинстве из них клавиатурные команды и сочетания клавиш не изменяются десятилетиями.

Особенности проектирования ГПИ. Таким образом, производители ГПИ должны учитывать психофизиологию

Таблица 1

Примеры средств ввода информации и биомеханические аспекты нагрузок графических интерфейсов Examples of input devices and biomechanical aspects of exertion at graphic interfaces

Эргономическое устройство ввода	Задействованные органы-мишени и механизмы
Клавиатура	Пальцы и кисти рук, мелкая мускулатура которых напрягается, воротниковая зона, плечевой пояс — лопатки и ключицы, соединенные между собой акромиально-ключичным суставом
Мышь	
Джойстик	
Сенсорный экран	
Тачпад, жесты	В сценариях игровой или виртуальной реальности может быть задействовано все тело в зависимости от решаемых задач
Бесконтактный сенсорный контроллер	
Речевой интерфейс	Слуховой анализатор, ЦНС, голосовой аппарат

пользователя и время, проводимое в смену при работе с программным продуктом с целью оптимизации нагрузок на костно-мышечную систему и зрительный анализатор. Необходимо проведение эргономического анализа приложений, взаимодействующих с оператором в системе «человек-машина» или «человек-машина-среда» для обеспечения эффективности, безопасности и комфорта при продолжительном взаимодействии с ГПИ.

При выборе ГПИ, помимо стандартных требований по качеству и стабильности, большое значение имеют следующие характеристики:

- правильное сочетание цветов, наличие дневной и ночной темы интерфейса;
- простота и интуитивная ясность графического интерфейса, отсутствие информационного шума, отсутствие отвлекающих факторов, в т.ч. постоянство принципов расположения элементов управления при обновлении приложений;
- стабильность и высокая скорость работы;
- исключение неблагоприятных сценариев, вызывающих ненужную нагрузку на оператора;
- комфортное разрешение дисплея и удобный размер значков, возможность калибровки яркости (в том числе автоматической) в соответствии с уровнем освещенности на рабочем месте для снижения утомления глаз;
- соблюдение ГОСТов, принципов информационной гигиены и др.

Среди приведенных принципов присутствуют: согласованность («принцип наименьшего удивления»), простота, учет свойств кратковременной памяти человека, когнитивная направленность, обратная связь, антропоморфизация, модальность, внимание. По каждому принципу приведены конкретные рекомендации, например «избегайте чрезмерного использования мигающих сообщений, жирных цветов и т. д.», «не использовать более 4 разных размеров шрифта на экран», «не злоупотреблять аудио или видео», «используйте цвета соответствующим образом и используйте ожидания (например, не используйте кнопку ОК, окрашенную красным цветом, используйте зеленый цвет для ОК, желтый для предостережения и красный для опасности)»,

«исключить ненужную информацию», «учитывать индивидуальные различия в пользовательском опыте» [16–18].

Методы визуализации информации в графических интерфейсах для снижения информационных нагрузок. Способность человека анализировать информацию тесно связана с возможностью графически представлять данные программными средствами: степень восприятия информации зависит от способа ее представления. Так, в работе [19] исследованы тенденции в области медицинской компьютерной визуализации: «от 2D к 3D». Таким образом, для продвижения в направлении оптимизации ГПИ необходима разработка автоматизированных средств визуализации информации, в том числе компьютерного инструментария представления информационных потоков в графическом или текст-графическом виде.

Приведенные принципы визуализации нуклеиновых кислот ДНК/РНК [20] могут служить для упрощения восприятия и анализа длинных полинуклеотидных цепей, а также служить дополнительным критерием классификации и выявления межвидовых взаимосвязей в биологии. Это способствует снижению информационных нагрузок для исследователей в области молекулярной генетики при анализе и визуализации нуклеотидных последовательностей за счет автоматического перехода от текстовой информации к графической.

Нуклеотидные последовательности в большинстве научных графических интерфейсов представлены в виде строк, состоящих из номенклатурных букв алфавита, кодирующего нуклеотиды: аденин (A), гуанин (G), цитозин (C) и тимин (T) (урацил (U)). Принципы визуализации позволяют наглядно оценить виды соотношений между присутствующими и отсутствующими олигонуклеотидами заданной длины в геномах различных организмов и вирусов с переходом от статистической обработки биологической информации в области конечной геометрии на подмножествах дискретных топологических пространств параметров.

Современные онтологии и тезаурусы для организации и хранения биологических и молекулярно-генетических данных могут быть снабжены вариантами визуализации для образовательных целей, а также для представления и

Таблица 2

Примеры сценариев работы с графическими интерфейсами и способы снижения нагрузок
Examples of scenarios of work with graphic interfaces and methods to decrease exertion

Элементы и функции	Когнитивная эргономика и сценарии использования	
	Негативный	Позитивный
Формы регистрации и авторизации	Ввод данных вручную	Использование специализированных расширений для хранения, генерации паролей и автоматического заполнения личных данных. Требуется соблюдения информационной гигиены в части грамотного обращения с паролями и личной информацией.
Сворачивание и разворачивание окна, переключение между окнами, позиционирование окон	С помощью мыши	Сочетания клавиш (зависят от настроек операционной системы): alt+tab, alt+вверх, alt+вниз, alt+вправо, alt+влево (в Ubuntu Linux).
Смена раскладки клавиатуры	С помощью мыши	Сочетание клавиш (зависят от настроек операционной системы): alt+пробел.
Операция клавиш: — сохранение файла, — отмена последнего изменения, — копирование, — вставка	С помощью мыши (меню правка...)	Сочетание клавиш: ctrl+s ctrl+z ctrl+c ctrl+v
Обнаружение компьютерного вируса	С помощью мыши или клавиатуры	Использование надежной операционной системы без вирусов и антивирусов при условии соблюдения правил компьютерной безопасности.

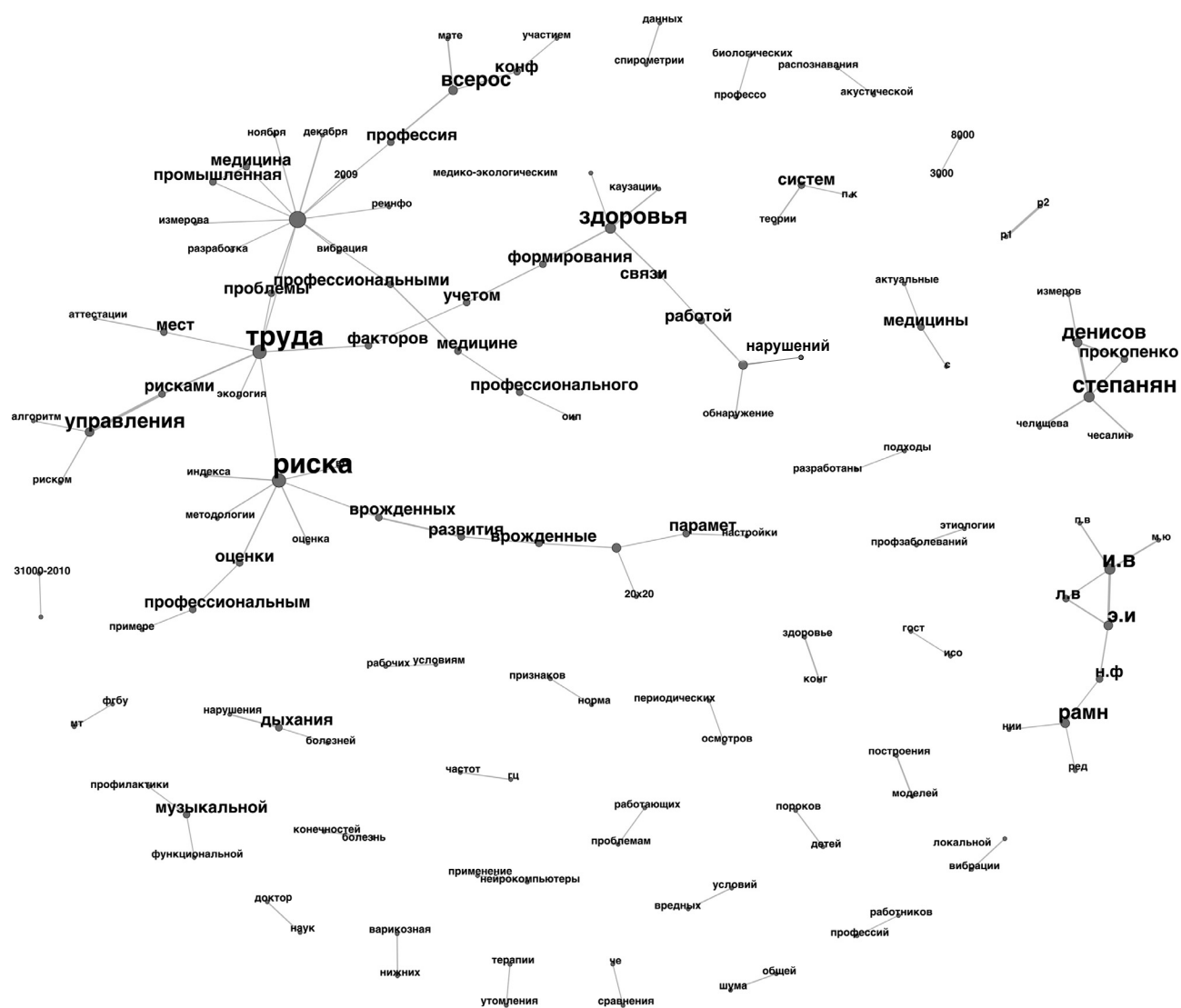


Рисунок. Семантическое облако текстографического представления структурно-частотного содержания научного текста [5]

Figure. Semantic cloud of text graphic presentation of structure-frequency content of scientific text content [5]

поиска информации. Появление обоснованных методов сопоставления геометрических моделей генотипов с теми или иными фенотипическими признаками способствует расширению круга исследователей в области молекулярной генетики.

Оценка биомеханических нагрузок на оператора от ГПИ. Для анализа эффектов воздействия ГПИ на костно-мышечную систему человека-оператора целесообразно использование биомеханических датчиков по технологии Motion Capture для захвата и оцифровки движений и построения трехмерной дискретной модели оператора в процессе его взаимодействия с интерфейсом.

Математическая обработка измеренных показателей позволяет рассчитать статическую и динамическую величину физических нагрузок на каждый из отделов костно-мышечной системы и на всю систему в целом при взаимодействии оператора с ГПИ через инструменты ввода/вывода информации.

Снижение информационных нагрузок на оператора от ГПИ при восприятии и первичном анализе больших

объемов текстовой информации возможно с применением методов нейросемантической кластеризации [21,22]. В работе [21] проведена апробация построения семантико-графовых отображений текстовой информации для визуализации структурно-частотного представления с векторами логических связей (рисунок).

Представление больших текстов в виде семантических когнитивных карт может способствовать сжатию информации, лучшему восприятию, пониманию, запоминанию. Отмечена перспективность этих технологий для повышения эффективности работы в эргатических системах и оптимизации отображения, восприятия и анализа больших объемов данных при интеллектуальной деятельности как направления исследований в медицине труда и психофизиологии умственного труда.

Применение предлагаемых методов оценки эргономических качеств способствуют измерению различных эффектов ГПИ для достижения адекватности физических и умственных нагрузок (в соответствии с группой из трех стандартов ГОСТ Р ИСО 10075 «Эргономические прин-

цпы обеспечения адекватности умственной нагрузки» 2009–2011 гг.), в том числе для профилактики нервно-эмоционального перенапряжения операторов.

Выводы:

1. Обзор ГПИ и анализ их характерных признаков показал вероятность возникновения разных факторов профессионального риска. Правильное применение интерактивных средств компьютерной визуализации при грамотном проектировании и соблюдении эргономических принципов будет способствовать оптимизации умственного труда при инновационной деятельности, а также сохранению здоровья операторов.

2. К перспективным разработкам в данном направлении можно отнести эргономичные интерфейсы, построенные с соблюдением принципов информационной гигиены, технологии анализа больших данных и автоматически генерируемую когнитивную графику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 5–17,19,20)

1. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Еремин А.А. Основы информационной гигиены: концепции и проблемы инноваций. *Гигиена и сан.* 2014; 4: 5–9.

2. Денисов Э.И., Еремин А.А., Сивочалова О.В. Информационная гигиена и регулирование информации для уязвимых групп населения. *Гигиена и сан.* 2014; 5: 43–9.

3. Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Еремин А.А., Курьеров Н.Н., Бодякин В.И., Степанян И.В. Информация как физический фактор: проблемы измерения, гигиенической оценки и ИТ-автоматизации. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 1: 36–43.

4. Денисов Э.И., Пфаф В.Ф., Степанян И.В., Горохова С.Г. Сдвиг медико-биологической парадигмы: от гомеостаза к аллостазу. *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016; 2: 16–21.

18. Долгов, В.Г. Шалумов Эргономика и юзабилити пользовательского интерфейса программного обеспечения диагностирования и управления сложными техническими объектами Available at: http://forum-nauka.ru/domains_data/files/22/Dolgov_Shalumov.pdf

21. Степанян И.В., Денисов Э.И., Еремин А.А., Бодякин В.И., Савельев А.В. Алгоритмы оптимизации интеллектуального труда методами визуализации информации с помощью когнитивной семантической графики. *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2014; 7: 53–9.

22. Бодякин В.И. Концепция построения самообучающихся информационно-управляющих систем на базе нейросемантической парадигмы. В кн.: «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2012)»: Труды VI межд. конф. Том 2. М.: ИПУ РАН, 2012: 289–98.

REFERENCES

1. Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I., Yeremin A.L. Fundamentals of Information Hygiene: Concepts and Problems of Innovation. *Gigiena i san.* 2014; 4: 5–9 (in Russian).

2. Denisov E.I., Eremine A.L., Sivochalova O.V. Information Hygiene and Regulation of Information for Vulnerable Populations. *Gigiena i san.* 2014; 5: 43–9 (in Russian).

3. Denisov E.I., Prokopenko L.V., Eremine A.L., Kurierov N.N., Bodyakin V.I., Stepanyan I.V. Information as a physical factor: the problems of measurement, hygienic evaluation and IT automation. *Med. truda i prom. ekol.* 2014; 1: 36–43 (in Russian).

4. Denisov E.I., Pfaf V.F., Stepanyan I.V., Gorokhova S.G. Shift of the medical-biological paradigm: from homeostasis to allosta-

sis. *Nejrokompyutery: razrabotka, primeneniye.* 2016; 2: 16–21 (in Russian).

5. The human machine interface as an emerging risk. Topic Centre Risk Observatory: E. Flaspöler, A. Hauke, P. Pappachan, D. Reinert et al. Available at: https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/HMI_emerging_risk/view (retrieved 7 Aug 2018 r.).

6. Tutherow G.K.: Operator Interface Evolution. In: B. G. Lip-ták. *Instrument Engineers Handbook. Process Software and Digital Networks.* Boca Roton, Florida: CRC Press; 2002.

7. Döös, M. & Backström, T.: Production disturbances as an accident risk. In Kidd, P.T. & Karwowski, W. (Eds.): // *Advances in agile manufacturing* pp. 375–378. IOS Press, London; 1994.

8. Backström, T. & Harms-Ringdahl, L.: A statistical study of control systems and accidents at work. *Journal of Occupational Accidents.* 1984; 6: 201–10.

9. Döös, M., Backström, T. & Sundström-Frisk, C.: Human actions and errors in risk handling — an empirically grounded discussion of cognitive action-regulation levels. *Safety Science.* 2004. 42: 185–204.

10. Nachreiner, F., Nickel P and Meyer I. (2006). Human factors in process control systems: The design of human — machine interfaces. *Safety Science.* 2006; 44: 5–26.

11. Einarsson S., Human error in high hazard systems: Do we treat the problem in an appropriate way? *Journal of Risk Research.* 1999; 2 (2): 115–28.

12. Reinert D., Brun E. & Flaspöler E.: Complex machinery needs simple explanation. *Safety Science.* 2007; 45: 579–89.

13. C.-M. Karat. Iterative Usability Testing of a Security Application. In Proceedings of the Human Factors Society 33rd Annual Meeting; 1989.

14. Waters, R.M.: Use of standards to reduce human error. *Safety Engineering and Risk Analysis, ASME, Proceedings of the 1994 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Nov 6–11 1994, Chicago, IL.* 1994; 2: 161–6.

15. Wilpert B. (2007). Psychology and design processes. *Safety Science,* 45, 293–303.

16. Ergonomic guidelines for user-interface design Available at: <http://ergo.human.cornell.edu/AHTutorials/interface.html>

17. Hix D. & Hartson H.R. *Developing User Interfaces: Ensuring usability through product and process,* NY; Wiley. 1993; Chap. 2.

18. Dolgov N.S., Shalumov V.G. Forum molodykh uchenykh No. 6(22). forum-nauka.ru Available at: http://forum-nauka.ru/domains_data/files/22/Dolgov_Shalumov.pdf (in Russian).

19. Sakas G. Trends in medical imaging: from 2D to 3D. *Computers & Graphics.* 2002; 26: 577–87.

20. Stepanyan I.V., Petoukhov S.V. The matrix method of representation, analysis and classification of long genetic sequences Available at: <http://arxiv.org/pdf/1310.8469.pdf>

21. Stepanyan I.V., Denisov E.I., Eremine A.L., Bodyakin V.I., Saveliev A.V. Algorithms for optimizing intellectual labor by visualizing information using cognitive semantic graphics. *Nejrokompyutery: razrabotka, primeneniye.* 2014; 7: 53–59 (in Russian).

22. Bodyakin V.I. The concept of constructing self-learning information-control systems based on the neurosemantic paradigm. *Management of the development of large-scale systems (MLSD'2012): Proceedings of VI Int. Conf. Volume 2.* Moscow: IPP RAS; 2012: 289–98 (in Russian).

Поступила 10.08.2018

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 378.048.2+613.6

Бухтияров И.В.^{1,2}, Морозова Т.В.¹, Походзей Л.В.^{1,2}

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ ТРУДА

¹ФГАОУ ВО «Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991;²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

Представлены новые формы профессиональной подготовки специалистов в области медицины труда (сетевая форма реализации образовательных программ, электронное обучение и дистанционные образовательные технологии и др.) на основе концепции непрерывного образования по модульной системе и создание компетентностного подхода.
Ключевые слова: дополнительное профессиональное образование; медицина труда; образовательная программа; информационные технологии; компетенции

Для цитирования: Бухтияров И.В., Морозова Т.В., Походзей Л.В. Новые подходы к профессиональной подготовке в области медицины труда. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 57–59. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-57-59>

Для корреспонденции: Походзей Лариса Васильевна, проф. каф. мед. труда, авиац., косм. и водолаз. мед. ФГАОУ «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ, вед. науч. сотр. ФГБНУ «НИИ МТ», д-р мед. наук. E-mail: lapokhodzey@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Igor V. Bukhtiyarov^{1,2}, Tatyana V. Morozova¹, Larisa V. Pokhodzey^{1,2}

NEW APPROACHES TO PROFESSIONAL TRAINING IN OCCUPATIONAL MEDICINE

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/1, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991;²Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

The authors presented new forms of professional training for specialists in occupational medicine (network type of running educational programs, electronic education and distant training technologies, etc.), based on continuous training concept with module system and creation of competency approach.

Key words: additional professional education; occupational health; education program; information technologies; competences

For citation: Bukhtiyarov I.V., Morozova T.V., Pokhodzey L.V. New approaches to professional training in occupational medicine. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 57–59. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-57-59>

For correspondence: Larisa V. Pokhodzey, professor, Department of Occupational Medicine, Aviation, Space and Diving Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; leading researcher, IRION, MD, PhD, DSc. E-mail: lapokhodzey@yandex.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Концепция развития дополнительного профессионального образования (ДПО) в РФ в новых социально-политических и экономических условиях опирается на основополагающие государственные документы, среди которых — «Национальная доктрина образования в Российской Федерации», которая устанавливает приоритет образования в государственной политике, определяет стратегию и направления развития системы образования на период до 2025 г. Все это выдвигает перед высшей медицинской школой неотложную задачу качественного преобразования действующей системы подготовки специалистов в области здравоохранения.

В Федеральном законе «Об образовании в РФ» №273-ФЗ от 29.12. 2012 г. с 1.09.2013 подчеркивается, что «... реализация профессиональных образовательных программ медицинского образования ... обеспечивает непрерывное совершенствование профессиональных знаний и навыков в течение всей жизни, а также постоянное повышение профессионального уровня и расширение квалификации».

Федеральным законом введены новые принципы в систему высшего образования:

— в содержание высшего образования (модернизация Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), ориентированность на практику, ординатура и аспирантура как уровни высшего образования);

— в технологии высшего образования (сетевая форма реализации образовательных программ, электронное обучение и дистанционные образовательные технологии, базовые кафедры на предприятиях и научных организациях);

— в обеспечение и контроль качества высшего образования;

— во взаимодействие с рынком труда.

ДПО — ключевой элемент системы непрерывного профессионального образования, обеспечивающий эффективное и своевременное удовлетворение системой образования потребностей и запросов, возникающих на современном рынке труда, посредством сохранения и развития кадрового потенциала инновационной экономики,

переобучение кадров в соответствии с изменяющимися ФГОС.

В соответствии с частью 4 статьи 76 ФЗ №273-ФЗ программа повышения квалификации направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

В соответствии с частью 5 статьи 76 ФЗ №273-ФЗ программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации.

Основной целью современного образования является подготовка квалифицированного специалиста, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к социальной мобильности, постоянному профессиональному росту.

Послевузовская профессиональная подготовка специалистов с высшим и средним медицинским образованием на кафедре медицины труда, авиационной, космической и водолазной медицине (базовое учреждение — ФГБНУ «НИИ МТ») по направлению медицина труда проводится по специальностям: гигиена труда, профпатология, клиническая лабораторная диагностика, гигиена и санитария.

В основу учебно-педагогической работы на кафедре положена концепция непрерывного образования по модульной системе и реализация компетентного подхода, который акцентирует внимание на результате образования, причем в качестве последнего рассматривается не сумма усвоенной информации, а способность (готовность) специалиста действовать в профессиональной ситуации и предполагает значительное усиление практической направленности образования.

В зависимости от профессиональных интересов и первичной подготовки слушателей они могут проходить первичную переподготовку (576 ч.), заниматься на сертификационных циклах (144 ч.) и циклах тематического усовершенствования (18 ч., 36 ч., 72 ч., 108 ч.).

Занятия на циклах начинаются с посещения музея истории гигиены труда и профпатологии ФГБНУ «НИИ МТ», экспозиция которого посвящена истории медицины труда в России, что способствует формированию культурно-исторических ценностей, являющихся важной составляющей в профессиональной деятельности педагога и врача.

Обучение по специальности «гигиена труда» проходят врачи-гигиенисты ФБУЗ «Центров гигиены и эпидемиологии», специалисты органов и учреждений Роспотребнадзора, научно-исследовательских институтов, преподаватели вузов, инженерно-технические работники отделов охраны труда и техники безопасности, физиологи труда, биофизики, биохимики, экологи и др.

Слушатели циклов по гигиене труда получают современную теоретическую и практическую подготовку по вопросам, касающимся гигиенического нормирования и клинических проявлений воздействия на человека факторов рабочей среды и трудового процесса; изучают методы и средства контроля и защиты от их неблагоприятного влияния на здоровье; готовятся к проведению специальной оценки условий труда.

Практические и семинарские занятия на таких циклах включают в себя освоение современных методов гигиенического контроля шума и вибрации, электромагнитных

полей, микроклиматических параметров и других факторов рабочей среды и трудового процесса.

Слушатели циклов по специальности «профпатология» обучаются:

- организации медицинской помощи при развитии профессиональных заболеваний;
- оказанию медицинских услуг по профилактике, диагностике, лечению, реабилитации больных, экспертизе профпригодности и установлению связи заболевания с профессией;
- проведению предварительных и периодических медицинских осмотров работников,
- организации работы центров профпатологии и медицины труда и др.

Слушатели принимают активное участие в клинических консилиумах по наиболее часто встречающейся профессиональной патологии: болезни органов дыхания, вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость, заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата и др. Оснащенность базового учреждения кафедры — клиники ФГБНУ «НИИ МТ» современным лечебно-диагностическим оборудованием и квалифицированными кадрами позволяет знакомить слушателей с новыми методами диагностики и лечения.

Конечной целью обучения является формирование у врачей профессиональных компетенций в диагностической, лечебной, профилактической, реабилитационной, организационно-управленческой деятельности.

В соответствии с современными законодательными и нормативно-методическими актами в области высшего профессионального образования на кафедре разработаны учебно-методические комплексы нового поколения, включающие самостоятельные модули по диагностике, лечению, профилактике профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний, по гигиенической характеристике факторов производственной среды и трудового процесса в различных отраслях народного хозяйства и др.

В настоящее время на кафедре внедрены новые образовательные технологии, основанные на эффективном использовании в учебном процессе современных средств и методов передачи знаний. Новым трендом в образовании является смешанное обучение (blended learning): объединение аудиторной работы и дистанционной с помощью электронных информационно-коммуникационных средств, строгих формальных средств обучения с неформальными (например, обсуждением посредством электронной почты и интернет-конференций, скайпа, использование мобильных приложений, социальных сетей).

При изучении дисциплин на кафедре широко используются интерактивные методы, одним из которых является «Кейс-стади» — вид учебного занятия, сочетающий в себе несколько методов обучения (самостоятельная работа с научной литературой, учебной информацией, документами; анализ конкретных ситуаций; мозговой штурм; дискуссия) и форм практического занятия (семинар, деловые или ролевые игры и др.). Использование метода «Кейс-стади» позволило слушателям осуществлять сравнительный анализ, принимать решения, учитывая научные подходы и разные точки зрения. Результатом использования «Кейс-стади» являются не только полученные знания, но и сформированные навыки профессиональной деятельности, профессионально-значимые качества личности.

При дистанционном обучении используются электронные образовательные ресурсы (ЭОР), соответствующие различным видам занятий: интерактивные видео-лекции,

ссылки на открытые интернет-ресурсы, разнообразные медиафайлы, а также автоматизированные ситуационные задачи и тестовый контроль.

Применяемые на кафедре варианты контроля знаний слушателей (вводный и заключительный тестовый контроль, ситуационные задачи, научно-практические работы на заданные темы, заключительное собеседование на экзамене, итоговая конференция, экзамен) позволяют объективно оценивать эффективность проведения и организации учебного процесса.

При активном обучении слушатель в большей степени выступает субъектом учебной деятельности, чем при пассивном обучении, вступает в диалог с преподавателем, активно участвует в познавательном процессе, выполняя творческие, поисковые, проблемные задания.

Преподаватели кафедры проходят систематическое повышение квалификации, что способствует развитию главной профессиональной компетенции — организовывать в учебном процессе такую систему условий, которая обеспечивает каждому слушателю достижение высокого уровня образовательных результатов и способствует предупреждению каких-либо методических ошибок.

На современном этапе меняются ролевые позиции преподавателя: от традиционной — информатора, к позиции консультанта, наставника, руководителя.

На кафедре внедрена система менеджмента качества, построенная в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 9001:2011, что стимулирует поддержание в постоянно высоком работоспособном состоянии технологий образовательного процесса.

Заключение. Нынешний этап развития российской экономики отмечен переходом на инновационный путь, который предполагает использование новых приемов и методов во всех сферах общественной жизни, включая образование.

На кафедре широко используются такие новые подходы к профессиональной подготовке специалистов в области медицины труда, как сетевая форма реализации образовательных программ, дистанционное обучение, электронные образовательные ресурсы, интерактивные методы, одним из которых является «Кейс-стади» и другие на основе концепции непрерывного образования по модульной системе и реализации компетентностного подхода.

Поступила 31.10.2018

УДК 612: 613.6.027

Горохова С.Г.¹, Атьков О.Ю.¹, Сериков В.В.², Мурасеева Е.В.², Пфаф В.Ф.^{1,3}

БИМОДАЛЬНЫЙ ХРОНОТИП У РАБОТАЮЩИХ С НОЧНЫМИ СМЕНАМИ

¹ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного медицинского образования» Минздрава России, ул. Баррикадная, 2 (1)/1, Москва, Россия, 125993;

²НУЗ «Научный клинический центр ОАО «РЖД»», ул. Часовая, 20, Москва, Россия, 125315;

³ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

Введение. Типология циркадных (суточных) ритмов человека активно изучается в медицине труда с точки зрения возможностей адаптации к разным условиям работы, в том числе со сменным графиком. В последние годы описан бимодальный хронотип (БХ), который характеризуется одновременным присутствием признаков экстремально утреннего и экстремально вечернего типов без доминирования какого-либо из них. У работающих с ночными сменами БХ не изучен.

Цель работы — оценка выявляемости БХ у работающих с ночными сменами в сравнении с дневным графиком работы.

Материалы и методы. Определение хронотипа (ХТ) проведено у 95 работников, разбитых на две группы: 1-я — 55 работающих с ночными сменами, 2-я — 40 работающих только по дневному графику. Для определения БХ использовался алгоритм на основе опросника Morningness Eveningness Questionnaire (MEQ) по B.J. Martynhak и соавторам.

Результаты. Выявлено, что 7,3% работающих с ночными сменами и 5,0% с дневным графиком работы имеют БХ. Переклассификация ХТ приводит к уменьшению доли работников с промежуточным ХТ, в то время как представленность утреннего и вечернего ХТ не изменяется.

Возможность наличия БХ нужно учитывать при обследованиях работающих, проводимых для формирования программ здоровья с учетом особенностей хронотип-ассоциированной патологии, а также для повышения работоспособности за счет рациональной организации рабочего времени.

Выводы: Определение индивидуального ХТ является серьезной составляющей при формировании программ здоровья у лиц трудоспособного возраста. Знание ХТ позволяет минимизировать вероятность снижения и потери работоспособности за счет рациональной организации рабочего времени и профилактических программ, нацеленных на определенные хронотип-ассоциированные нарушения здоровья.

Ключевые слова: хронотип; бимодальность; ночные смены

Для цитирования: Горохова С.Г., Атьков О.Ю., Сериков В.В., Мурасеева Е.В., Пфаф В.Ф. Бимодальный хронотип у работающих с ночными сменами. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 12: 59–63. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-59-63>

Для корреспонденции: Атьков Олег Юрьевич, зав. каф. профпатологии и производственной медицины ФГБОУ ДПО «РМАНПО» Минздрава России, д-р мед. наук, проф. E-mail: ppmrmapo@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Svetlana G. Gorokhova¹, Oleg Yu. Atkov¹, Vasilii V. Serikov², Elena V. Muraseeva², Viktor F. Pfaf^{1,3}

BIMODAL CHRONOTYPE IN NIGHT-SHIFT WORKERS

¹Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 2 (1)/1, Barrikadnaya str., Moscow, Russia, 125993;

²Research Clinical Center of "JSC Russian Railways", 20, Chasovaya str., Moscow, Russia, 125315;

³Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Introduction. Typology of diurnal (circadian) human rhythms is actively studied in occupational medicine, from the viewpoint of adaptation to various work conditions including those with shift working schedule. In recent years, evidences outline bimodal chronotype characterized by simultaneously present signs of extreme morning and extreme evening types without dominating one of them. Studies did not cover bimodal chronotype in night-shift workers.

Objective is to evaluate presence of bimodal chronotype in night-shift workers if compared to day-shift schedule.

Materials and methods. Chronotype outlining covered 95 workers divided into 2 groups: first — 55 night-shift workers, second — 40 workers on day schedule. Bimodal chronotype was diagnosed via algorithm based on questionnaire Morningness Eveningness Questionnaire (MEQ) by B.J. Martynhak et al.

Results. Findings are that 7.3% of night-shift workers and 5.0% of workers with day schedule demonstrate bimodal chronotype. Changed chronotype classification leads to smaller share of workers with intermediate chronotype, but quota of morning and evening chronotypes does not change.

Possibility of bimodal chronotype should be respected in examination of workers for designing health programs with consideration of chronotype-associated diseases and for better performance due to rational management of working time.

Conclusions. *Diagnosis of individual chronotype is a serious part in health programs formation in able-bodied population. Chronotype knowledge helps to minimize possible decrease and losses of performance due to rational working time management and preventive programs aimed to diagnose chronotype-associated health disorders.*

Key words: chronotype; bimodality; night-shift work

For citation: Gorokhova S.G., Atkov O.Yu., Serikov V.V., Muraseeva E.V., Pfaf V.F. Bimodal chronotype in night-shift workers. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 12: 59–63. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-12-59-63>

For correspondence: Oleg Yu. Atkov, Head of Department occupational pathology and medicine Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, MD, PhD, DSc. E-mail: ppmmapo@yandex.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Вопросы типологии циркадных (суточных) ритмов человека активно изучаются в медицине труда, так как показана их важная роль в адаптации к разным условиям работы, в том числе со сменным графиком, и связь с различными патологическими состояниями (депрессия, биполярные расстройства, нарушения сна, артериальная гипертензия, диабет, ожирение) [1–5,13,15]. Принято исходить из того, что тип суточной активности здорового человека имеет генетическую предрасположенность и потому достаточно стабилен в процессе обычной жизни при постоянстве условий и отсутствии стойких внешних воздействий [4,9].

Личные особенности суточной активности, разных предпочтений в отношении времени отхода ко сну и пробуждения, чередования сна и бодрствования определяют ХТ человека. Традиционно ХТ классифицируют на утренний и вечерний, которые называют «жаворонки» и «совы». Первые рано просыпаются, наиболее активны утром и предпочитают рано ложиться спать. У вторых преобладает вечерняя активность, более поздний отход ко сну, трудное просыпание ранним утром. Оба типа могут быть определенными: истинно утренний, истинно вечерний. При этом иногда по параметрам суточного цикла их подразделяют на: крайне выраженный (экстремальный), ранний и поздний подтипы (ранний утренний и поздний утренний, ранний вечерний и поздний вечерний). Вместе с этим выделяют дневной (или неопределенный, промежуточный, средний) ХТ, именуемый «голубь», при котором нет явных отмеченных предпочтений. Частота этих типов в популяции подчинена нормальному распределению.

Новый ХТ — бимодальный — был выделен недавно В.Ж. Мартыняком и соавторами [12]. Для него характерно одновременное присутствие признаков экстремально утреннего и экстремально вечернего типов без доминирования како-

го-либо из них. Предполагается, это обусловлено одновременным существованием не одного, а двух осцилляторов, ассоциированных с двумя пиками активности — утренним и вечерним. Первые крупные исследования, в которых изучали БХ в общей популяции населения, показали достаточно высокую его распространенность: 8–16% «бывших промежуточных/дневных» переходят в категорию БХ при реклассификации, если использовать специальную методику оценки ХТ [12,14]. БХ у работающих со сменным графиком работы до настоящего времени не изучался.

Цель исследования — оценка выявляемости БХ у работающих с ночными сменами в сравнении с дневным графиком работы.

Материалы и методы. Исследование проводилось в рамках разработки проблемы продления профессионального долголетия работников железнодорожного транспорта. Выделена группа из 95 человек (90 мужчин и 5 женщин в возрасте от 22 до 58 лет), давших согласие на тестирование ХТ. У 55 из них был постоянный график работы с ночными сменами (выработка ночных смен составила в среднем 8,5 дня в месяц). Чередование ночных смен обычно было нерегулярным, начало смены не было фиксированным, в т. ч. с захватом вечернего времени, что связано с такими эксплуатационными факторами, как несоответствие объемов работ и фактического контингента работников, сверхурочная работа.

ХТ определялся по комплексу опросников (Morningness Eveningness Questionnaire (MEQ), опросник Путилова, Мюнхенский опросник определения ХТ сменных работников (MCTQShift). Анкеты заполнялись работниками самостоятельно в свободный от работы день в утренние часы. В этой части работы использовались данные, полученные при оценке ХТ по стандартной методике с помощью опросника Morningness Eveningness Questionnaire

(МЕQ) [6]. К утреннему ХТ относили при сумме баллов 59–86, к промежуточному (дневному) — 42–58, к вечернему — ≤ 41 балла.

Для определения БХ использовался алгоритм, разработанный Martynhak и соавторами [11]. По ответам, отнесенным к тому или иному традиционному ХТ, рассчитывался бимодальный индекс по формуле:

$$BI = (\Sigma A1 \times \Sigma A4)^2 - (\Sigma A2 \times \Sigma A3)^2, \quad (1)$$

где A1 — сумма ответов, соответствующих вечернему ХТ; A4 — утреннему ХТ; A2 и A3 — промежуточные ответы.

К БХ относились те, кто по сумме баллов МЕQ имел дневной (промежуточный) ХТ и получил положительное значение бимодального индекса [12].

Результаты исследования. В зависимости от графика работы обследованные были разделены на две группы: 1-я — 55 работающих с ночными сменами, 2-я — 40 работающих только по дневному графику. Исходно распре-

деление по ХТ по стандартному МЕQ было таковым: в 1-й группе работающих с ночными сменами абсолютно большее число оказались промежуточного ХТ — 49 (89,1%), в то время как утренний ХТ имели 4 (7,3%) и вечерний ХТ — только 2 (3,6%). Во 2-й группе из работающих с постоянным дневным графиком у 23 (57,5%) был промежуточный ХТ, у 16 (40,0%) — утренний и у 1 (2,5%) — вечерний ХТ. Таким образом, в обеих группах промежуточный ХТ был доминирующим. Кроме того, утренний ХТ встречался у работающих с ночными сменами достоверно реже чем у работающих только в дневные часы ($p < 0,05$). Вечерний ХТ оказался слабо представленным, что может быть связано с отсутствием четкой последовательности чередования и фиксированного времени начала ночных смен, в результате чего адаптация идет в направлении формирования промежуточного ХТ.

На рисунке показаны значения бимодального индекса. Среди лиц с промежуточным ХТ положительный бимодальный индекс был в 1-й группе у 4, во 2-й — у 2 обследован-

Таблица

Распределение по ХТ и графику работы с учетом бимодального индекса
Distribution by chronotype and shift schedule in accordance with the bimodal index

ХТ	С ночными сменами (n = 55)		Без ночных смен (n=40)	
	n (%)	МЕQ, средний балл	n (%)	МЕQ, средний балл
Утренний	4 (7,27)	70,75	16 (40,00)	62,18
Вечерний	2 (3,64)	39,0	1 (2,5)	39,0
Бимодальный	4 (7,27)	51,0	2 (5,00)	51,5
Промежуточный	45 (81,81)	51,36	21 (52,5)	51,74

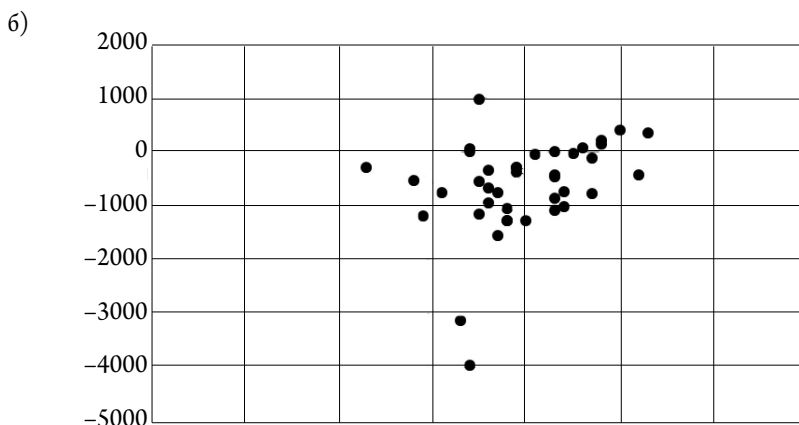
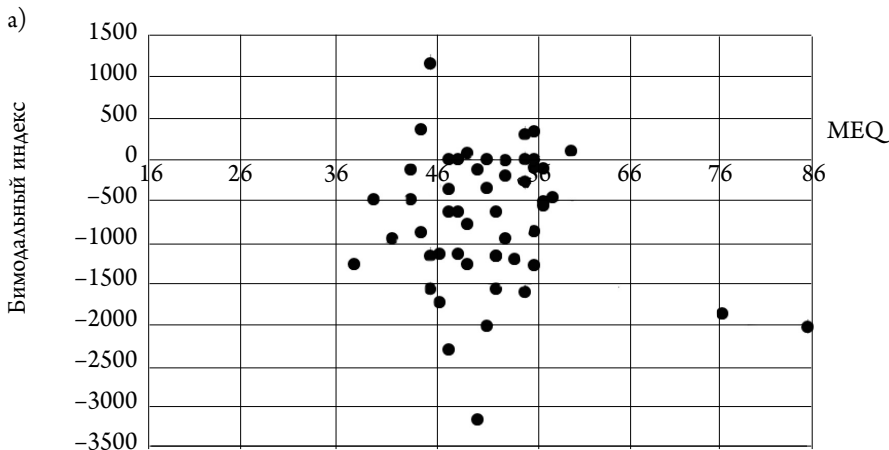


Рисунок. Значения бимодального индекса и суммы баллов по опроснику МЕQ в группах работающих с ночными сменами (а) и постоянным дневным графиком (б)

Figure. The values of the bimodal index and the amount of points via MEQ questionnaire in groups of workers with night shifts (a) and a constant daily schedule (b)

ных. На этом основании тех, кого первоначально отнесли к промежуточному ХТ, переклассифицировали в БХ.

Распределение по ХТ с учетом переклассификации несколько изменилось (таблица). В обеих группах уменьшилось число работников с промежуточным ХТ: в группе с ночными сменами до 81,8%, с постоянным дневным графиком — до 52,5%. Доля работающих с БХ составила в группе с ночными сменами 7,3%, с дневным графиком — 5,0% ($p > 0,05$). В то же время доли работников с утренним и вечерним ХТ в обеих группах остались прежними.

Итак, при работе с ночными сменами наиболее частым (доминирующим) является промежуточный ХТ. Утренний и БХ представлен в равных долях. Вечерний хронотип оказался наиболее редким. При постоянной дневной работе наиболее частыми были промежуточный и утренний ХТ, в то время как БХ и вечерний ХТ были относительно редкими.

Обсуждение. До настоящего времени основным методом диагностики ХТ человека является анкетирование с помощью специально разработанных опросников, которые предназначены для оценки индивидуальных характеристик ритма «сон-бодрствование». В них включают вопросы, описывающие субъективное восприятие «чувства времени», относящегося ко сну, просыпанию, а также предпочтений в отношении планирования своего дня, возможных ситуаций (как например, «если бы были полностью свободны, то как бы Вы планировали ...»). Такой подход характерен, в частности, для опросника Хорне-Остберга [5], который надежен в определении ХТ, так как отработан с учетом корреляций с суточными ритмами мелатонина и кортизола, термографии, двигательной активности, определяемой с помощью суточной актиметрии, а также валидизирован в разных популяциях населения, включая российское. По набранной сумме баллов делается заключение о том, относится человек к утреннему, ночному или промежуточному/дневному типу. Людей, у которых одна часть ответов соответствует крайнему утреннему, а другая — крайнему вечернему типу, обычно относят к промежуточному ХТ. Однако они таковыми не являются, потому что в действительности у них одновременно существуют два пика активности — и утренний, и вечерний. Такой вариант организации циркадных ритмов ранее был изучен в основном в животном мире у некоторых грызунов и беспозвоночных [15]. Но лишь недавно его описали у человека, используя для его выявления методику диагностики на основе расчета бимодального индекса по опроснику MEQ [12].

В данном исследовании расчет бимодального индекса позволил провести реклассификацию ХТ работников в группах с разным трудовым графиком. У 7,3% работающих с ночными сменами, исходно отнесенных к промежуточному типу, оказался БХ. Это впервые полученные сведения. Ранее было известно только о преобладании у сменных работников промежуточного ХТ, что совпадает с полученным результатом, но БХ в этой когорте работающих не изучался. Среди работающих без ночных смен БХ выявлен в 5% случаев.

Хотя изучаемая выборка была небольшой, данный показатель соотносится с результатами крупных исследований. Для сравнения, в исследовании В.Ж. Мартынак и соавт., в котором принимали участие в основном студенты, БХ выявлен у 8% обследованных [12]. В бразильском популяционном исследовании [15], включившем лиц среднего возраста, его частота составила 16%. Принимая во внимание результаты работ, показывающих связь ХТ с другими характеристиками, например, с географической

широтой (в преэкваториальных, южных странах преобладает утренний ХТ [7]), полом (БХ чаще встречается у женщин), очевидна необходимость масштабных российских популяционных исследований для определения распространенности этого ранее неизученного ХТ.

Представляется важным вопрос о выборе опросника, используемого для выявления БХ. Был применен MEQ. Он же был использован в работах В.Ж. Мартынак и соавт. [12], Tempaku PF и соавт. [15]. В то же время С. Randler и С. Vollmer использовали Composite Scale of Morningness (CMS) [14]. Принципиально, что оба опросника не учитывают сменный график работы. Но этот фактор оказывает влияние на ХТ. Показано, что сон может значительно отличаться в рабочие и свободные дни [8,10,11]. Отсюда очевидно, что на часто задаваемые вопросы об использовании будильников для просыпания могут быть различные ответы в зависимости от того, относится ли это к рабочим или свободным дням. Кроме того, работающие с ночными сменами, как правило, компенсируют нехватку сна в рабочие дни, что приводит к неточному распределению ХТ в этой когорте людей. В связи с этим для обследования работающих с ночными сменами был разработан Мюнхенский опросник определения ХТ сменных работников (MCTQShift) [10]. Он является модификацией прежнего Мюнхенского опросника определения ХТ (MCTQS), но принципиально отличается тем, что перенменные рассчитываются отдельно для каждой смены (утренней, дневной, вечерней или ночной соответственно). Логично предположить, что MCTQShift может дать более точную информацию о БХ у работающих с ночными сменами. Однако методика реклассификации по данным MCTQShift на сегодняшний день не отработана, что является предметом дальнейшей работы.

Выводы:

1. Определение индивидуального ХТ является серьезной составляющей при формировании программ здоровья у лиц трудоспособного возраста.
2. Знание ХТ позволяет минимизировать вероятность снижения и потери работоспособности за счет рациональной организации рабочего времени и профилактических программ, нацеленных на определенные хронотип-ассоциированные нарушения здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES пп. 3–15)

1. Цфасман А.З. Клиническая биоритмология. М.: Изд-во «Репроцентр М»; 2010.
2. Юшкова О.И., Матюхин В.В., Порошенко А.С., Капустина А.В., Калинина С.А. Особенности формирования переутомления у операторов с различным типом биоритмологической активности. *Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология»*. 2012; 26 (16): 39–52.

REFERENCES

1. Tsfasman A.Z. *Clinical biorhythmology*. Moscow: Izd-vo «Reprotsent M»; 2010 (in Russian)
2. Iushkova O.I., Matiukhin V.V., Poroshenko A.S., Kapustina A.V., Kalinina S.A. Features of fatigue formation in operators with various types of biorhythmologic activity. *Vestnik TvGU. Seria «Biologiya i ekologiya»*. 2012; 26 (16): 39–52 (in Russian).
3. Aho V., Ollila H.M., Kronholm E., Bondia-Pons I. et al. Prolonged sleep restriction induces changes in pathways involved in cholesterol metabolism and inflammatory responses. *Sci Rep*. 2016; 6: 24828.

4. Adan A., Archer S.N., Hidalgo M.P., Di Milia L., Natale V., Randler C. Circadian Typology: A Comprehensive Review. *Chronobiology International*. 2012; 29 (9): 1153–75.
5. Basnet S, Merikanto I, Lahti T, Männistö S, Laatikainen T., Vartiainen E, Partonen T. Associations of common noncommunicable medical conditions and chronic diseases with chronotype in a population-based health examination study. *Chronobiology International*. 2017; 34 (4): 462–70.
6. Horne JA, Ostberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Chronobiology International*. 1976; 4 (2): 97–110.
7. Horzum M.B., Randler C., Masal E., Beşoluk Ş., Önder İ., Vollmer C. Morningness-eveningness and the environment hypothesis — A cross-cultural comparison of Turkish and German adolescents. *Chronobiology International*. 2015; 32 (6): 814–21.
8. Groeger J.A., Zijlstra F.R., Dijk D.J. Sleep quantity, sleep difficulties and their perceived consequences in a representative sample of some 2000 British adults. *J. Sleep Res.* 2004; 13: 359–71.
9. Jones S.E., Tyrrell J., Wood A.R., Beaumont R.N., Ruth K.S., Tuke M.A., Yaghootkar H., Hu Y., Teder-Laving M., Hayward C. et al. Genome-Wide Association Analyses in 128,266 individuals identifies new morningness and sleep duration loci. *PLoS Genet*. 2016; 12: e1006125.
10. Juda M, Vetter C, Roenneberg T. The Munich Chronotype Questionnaire for Shift-Workers (MCTQShift). *J Biol Rhythms*. 2013; 28: 130–40.
11. Kantermann T, Eastman CI. Circadian phase, circadian period and chronotype are reproducible over months. *Chronobiology International*. 2018; 35 (2): 280–8.
12. Martynhak BJ, Louzada FM, Pedrazzoli M, Araujo JF. Does the chronotype classification need to be updated? Preliminary findings. *Chronobiol Int*. 2010; 27(6): 1329–34.
13. Merikanto I, Lahti T, Puolijoki H, Vanhala M, Peltonen M, Laatikainen T, Vartiainen E, Salomaa V, Kronholm E, Partonen T. Associations of Chronotype and Sleep With Cardiovascular Diseases and Type 2 Diabetes. *Chronobiology International*. 2013; 30 (4): 470–7.
14. Randler C, Vollmer C. Epidemiological evidence for the bimodal chronotype using the composite scale of morningness. *Chronobiology International*. 2012; 29: 1–4.
15. Tempaku P.F., Ramirez Arruda J., Mazzotti D.R., Gonçalves B.S.B., Pedrazzoli Neto M., Bittencourt L.R.A., Tufik S. Characterization of bimodal chronotype and its association with sleep: A population-based study. *Chronobiology International*. 2017; 34 (4): 504–10.

Поступила 15.03.2018

ЮБИЛЕЙ

ЮРИЙ ЮРЬЕВИЧ ГОРБЛЯНСКИЙ (к 60-летию со дня рождения)

Юрий Юрьевич Горблянский родился 12 декабря 1958 г. в Карагандинской области (Казахстан).

В 1981 г. окончил с отличием Карагандинский государственный медицинский институт по специальности «лечебное дело».

В 1981–1982 гг. проходил подготовку в интернатуре на базе МСЧ г. Каратау по специальности «терапия». Впоследствии работал цеховым терапевтом, профпатологом в медсанчастях Джамбульской области.

В 1989 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1994 г. — докторскую на тему: «Клиника, диагностика и лечение токсико-химического бронхита у рабочих фосфорного производства».

В 1994 г. принят на работу в центр профпатологии Ростовской области (г. Шахты) заведующим терапевтическим отделением.

С 2001 по 2010 гг. Юрий Юрьевич — ассистент кафедры профессиональных болезней Ростовского государственного медицинского университета (РостГМУ).

С 2010 г. по настоящее время доктор медицинских наук Ю.Ю. Горблянский — заведующий кафедрой профпатологии с курсом медико-социальной экспертизы ФПК и ППС РостГМУ.

В 2015 г. Ю.Ю. Горблянский получил ученое звание доцента по научной специальности «внутренние болезни», а 23 ноября 2018 г. Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №295/нк Юрию Юрьевичу присвоено ученое звание профессор по научной специальности «медицина труда».

В круг научных интересов Юрия Юрьевича входят актуальные вопросы профпатологии, медицины труда, пульмонологии.

Ю.Ю. Горблянский известен исследованиями профессиональных и производственно обусловленных заболеваний, вызванных воздействием химических факторов (интоксикация фосфором, ХОБА), промышленных аэрозолей (пылевые, токсико-пылевые бронхиты, обструктивный бронхит, ХОБА), физических факторов (вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость), физических перегрузок у шахтеров (пояснично-крестцовая радикулопатия). Научные работы Ю.Ю. Горблянского посвящены различным аспектам медицины труда (профессиональным и психосоциальным рискам, интегрированным подходам к сохранению здоровья работающего населения, реабилитации больных с профессиональной ХОБА, медицинской реабилитации пациентов с различными формами профессиональной патологии, совершенствованию медосмотров работников вредных производств, проблемам интерстициальных заболеваний легких и т. д.).

Ю.Ю. Горблянский является автором монографий «Сменная работа и риск нарушения здоровья» (2016), «Профессиональная хроническая обструктивная болезнь легких» (2018), соавтором национального руководства «Профессиональные заболевания органов дыхания» (2015).

На кафедре профпатологии РостГМУ Ю.Ю. Горблянский руководит научным направлением «Системный подход к управлению профессиональным риском для здоровья работников при сочетанном воздействии производственных и непроизводственных факторов».

Ю.Ю. Горблянский является руководителем подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации по направлению 32.06.01 Медико-профилактическое дело.

Под руководством Ю.Ю. Горблянского защищено 5 кандидатских диссертаций, посвященных различным аспектам медицины труда.

Ю.Ю. Горблянский — автор и соавтор более 400 научных работ, 33 учебных пособий для врачей. На высоком методическом и педагогическом уровне читает лекции, проводит семинарские и практические занятия для врачей, обучающихся на циклах повышения квалификации, профессиональной переподготовки, а также ординаторов и аспирантов.

Горблянский Ю.Ю. является организатором ежегодных конференций, семинаров, симпозиумов по медицине труда, выступает с докладами на международных, всероссийских научно-практических конференциях и съездах (Ростов-на-Дону, 2014; Новосибирск, 2015; Санкт-Петербург, 2017; Астана, 2017; Минск, 2017, 2018; Шахты, 2018), всероссийской неделе охраны труда (Сочи, 2018).

Горблянский Ю.Ю. является членом диссертационного совета Д 001.012.01, созданного на базе ФГБНУ «НИИ МТ», членом международной организации медицины труда (ИСОМ), членом редакционной коллегии журнала «Медицинский вестник Юга России», членом профильной комиссии М инздрава Российской Федерации по специальности «профпатология».

Сотрудники кафедры профпатологии, друзья и коллеги Юрия Юрьевича сердечно поздравляют его со знаменательным юбилеем и желают ему всегда оставаться верным продолжателем гуманистических традиций основоположников профпатологической школы Ростовской области.

Коллектив ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет», редколлегия и коллектив ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова» поздравляют Юрия Юрьевича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и долгих лет жизни!