

Медицина труда и экология человека

№3/2023

**Сетевое издание
ISSN 2411 - 3794**

12+

uniimtech.ru

Учредитель

Федеральное бюджетное учреждение науки

«Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»

Главный редактор – А.Б. Бакиров, д.м.н., проф., академик АН РБ – советник директора ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»

Зам. главного редактора – Г.Г. Гимранова, д.м.н.

Редакционный совет:

Ананьев В.Ю., к.м.н. (Россия, Москва),
Богданова Н.В., Ph.D. (Германия, Ганновер),
Бухтияров И.В., д.м.н., проф., акад. РАН (Россия, Москва),
Горбанев С.А., д.м.н. (Россия, Санкт-Петербург),
Зайцева Н.В., д.м.н., акад. РАН (Россия, Пермь),
Зеленко А.В., к.м.н. (Белоруссия, Минск),
Косяченко Г.Е., д.м.н. (Белоруссия, Минск),
Кузьмина Л.П., д.б.н. (Россия, Москва),
Май И.В., д.б.н., проф. (Россия, Пермь),
Мустафина И.З., к.м.н. (Россия, Москва),
Перов С.Ю., д.б.н. (Россия, Москва),
Попова А.Ю., д.м.н., проф. (Россия, Москва),
Потатурко А.В., д.м.н. (Россия, Екатеринбург),
Потеряева Е.Л., д.м.н. (Россия, Новосибирск),
Ракитский В.Н., д.м.н., акад. РАН (Россия, Москва),

Рахманин Ю.А., д.м.н., проф., акад. РАН (Россия, Москва),
Романович И.К., д.м.н., проф., акад. РАН (Россия, Санкт-Петербург),
Рыжов А.Я., д.б.н., проф. (Россия, Тверь),
Сарманаев С.Х., д.м.н., проф. (Россия, Москва),
Семенihin В.А., д.м.н. (Россия, Кемерово),
Спирин В.Ф., д.м.н., проф. (Россия, Саратов),
Сутункова М.П., д.м.н. (Россия, Екатеринбург),
Сычик С.И., к.м.н. (Белоруссия, Минск),
Тутельян В.А., д.м.н., проф., акад. РАН (Россия, Москва),
Фатхутдинова Л.М., проф., д.м.н. (Россия, Казань),
Хамидулина Х.Х., д.м.н., проф. (Россия, Москва),
Хамитов Т.Н., к.м.н. (Казахстан, Караганда),
Хотимченко С.А., д.м.н., проф., член-корр. РАН (Россия, Москва)

Редакционная коллегия:

Бактыбаева З.Б., к.б.н. (Россия, Уфа),
Валеева Э.Т., д.м.н. (Россия, Уфа),
Викторова Т.В., д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Гайнуллина М.Г., д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Гимаева З.Ф., д.м.н. (Россия, Уфа),
Гильманов А.Ж., д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Даукаев Р.А., к.б.н. (Россия, Уфа),
Зулькарнаев Т.Р., д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Карамова Л.М., д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

Каримова Л.К., д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Масягутова Л.М., д.м.н. (Россия, Уфа),
Мухаметзянов А.М., д.м.н. (Россия, Уфа),
Степанов Е.Г., к.м.н. (Россия, Уфа),
Сулейманов Р.А., д.м.н. (Россия, Уфа),
Терегулова З.С., д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Туйгунов М.М., д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Шайхлисламова Э.Р., к.м.н. (Россия, Уфа),
Шарафутдинова Н.Х., д.м.н., проф. (Россия, Уфа)

Редакция:

зав. редакцией – С.М. Батисова
научный редактор – Д.О. Каримов

переводчики – З.Р. Палютина, Г.М. Башарова
корректор – Р.Р. Ахмадиева

Адрес редакции: Российская Федерация, 450106, Республика Башкортостан,
город Уфа, улица Степана Кувыкина, дом 94
Тел.: (347) 255-19-57, факс: (347) 255-56-84

E-mail: journal@uniimtech.ru

Электронная версия журнала — на сайте <http://uniimtech.ru/>

ЗАРЕГИСТРИРОВАН В ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЕ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ СВЯЗИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ 29.05.2020, НОМЕР СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭЛ № ФС77-78392

Журнал входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов, которые рекомендованы Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (ВАК) для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук

Перепечатка текстов без разрешения редакции запрещена.

При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

Возрастное ограничение: 12+. Подписано в печать: 21.09.2023.

© ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 2023

Occupational Health and Human Ecology

№3/2023

ISSN 2411-3794

Founder

Federal State-Funded Institution of Science

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology

Editor-in-Chief – A.B. Bakirov, M.D., Professor of Medicine, Academician of the Bashkortostan Academy of Sciences – Director's Advisor Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology

Deputy Chief Editor – G.G. Gimranova, M.D.

Editorial Board:

Ananiev V.Yu., Ph.D. (Medicine) (Russia, Moscow),
Bogdanova N.V., Ph.D. (Germany, Hanover),
Bukhtiyarov I.V., M.D., Professor of Medicine, academician of RAS (Russia, Moscow),
Gorbanev S.A., M.D. (Russia, St. Petersburg),
Khamidulina Kh.Kh., M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),
Khamitov T.N., Ph.D. (Medicine) (Kazakhstan, Karaganda),
Khotimchenko S.A., M.D., Professor of Medicine, Corresponding member of RAS (Russia, Moscow),
Kosyachenko G.E., M.D. (Belarus, Minsk),
Kuzmina L.P., Doctor of Biology (Russia Moscow)
May I.V., Doctor of Biology, Professor (Russia, Perm),
Mustafina I.Z., Ph.D. (Medicine) (Russia, Moscow),
Perov S.Yu., Doctor of Biology (Russia, Moscow)
Popova A.Yu., M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),
Potaturko A.V., M.D. (Russia, Yekaterinburg)

Poteryaeva E.L., M.D. (Russia, Novosibirsk),
Rakhmanin Yu.A., M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),
Ryzhov A.Ya., Doctor of Biology, Professor (Russia, Tver),
Rakitsky V.N., M.D., Academician of RAS (Russia, Moscow),
Romanovich I.K., M.D., Professor of Medicine (Russia, St. Petersburg),
Sarmanaev S.Kh., M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),
Semenikhin V.A., M.D. (Russia, Kemerovo)
Spirin V.F., M.D., Professor of Medicine (Russia, Saratov),
Sutunkova M.P., M.D. (Russia, Yekaterinburg),
Sychik S.I., Ph.D. (Medicine) (Belarus, Minsk),
Fatkhutdinova L.M., M.D., Professor of Medicine (Russia, Kazan),
Tutelian V.A., M.D., Professor of Medicine, acad. of RAS (Russia, Moscow),
Zaitseva N.V., M.D., Academician of RAS (Russia, Perm),
Zelenko A.V., Ph.D. (Medicine) (Belarus, Minsk)

Editorial Council:

Baktybaeva Z.B., Ph.D. (Biology) (Russia, Ufa),
Daukaev R.A., Cand.Sc. (Biology) (Russia, Ufa),
Gainullina M.G., M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),
Gimaeva Z.F., M.D. (Russia, Ufa),
Gilmanov A.Zh., M.D. (Russia, Ufa),
Karamova L.M., M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),
Karimova L.K., M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),
Masyagutova L.M., M.D. (Russia, Ufa),
Mukhametzyanov A.M., D.Sc. (Medicine) (Russia, Ufa)

Shaikhislamova E.R., Ph.D. (Medicine) (Russia, Ufa),
Sharafutdinova N.Kh., M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),
Suleymanov R.A., M.D. (Russia, Ufa),
Stepanov E.G., Ph.D. (Medicine) (Russia, Ufa),
Teregulova Z.R., M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),
Tuigunov M.M., M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),
Valeeva E.T., M.D. (Russia, Ufa),
Viktorova T.V., M.D., Professor of Medicine (Ufa, Russia),
Zulkarnaev T.R., M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

Editors:

Managing Editor - Batisova S.M.
Science Editor - Karimov D.O.

Translators – Palyutina Z.R., Basharova G.M.
Proofreader - Akhmadieva R.R.

Editorial office: Russian Federation, 450106, Republic of Bashkortostan, 94, Kuvykina Ul., Ufa.

Phone: (347) 255-19-57, fax: (347) 255-56-84

E-mail: journal@uniimtech.ru

The electronic version of the journal is on the website <http://uniimtech.ru/>

REGISTERED IN THE FEDERAL SERVICE FOR SUPERVISION IN THE FIELD OF COMMUNICATION, INFORMATION TECHNOLOGIES AND MASS COMMUNICATIONS 29.05.2020, CERTIFICATE NUMBER EL No. FS77-78392

The journal is included in the list of peer-reviewed scientific journals and publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Russia under the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (HAC) for publishing the main scientific results of a dissertation for the degree of Candidate and Doctor of sciences.

Reprinting of texts without permission of the publisher is prohibited.

When quoting materials reference to the journal is required.

Age restriction: 12+. Signed to print: **21.09.2023**

7 **СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА ПОДШИПНИКОВ**

Алешина Ю.А., Новикова Т.А., Мигачева А.Г., Кочетова Н.А.

23 **САМООЦЕНКА ОПЕРАТИВНЫМ ПЕРСОНАЛОМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ**

Безрукова Г.А., Лесковец Е.С.

39 **САМООЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИЦ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ДАННЫМ ИНТЕРВЬЮИРОВАНИЯ**

Гайнуллина М.К., Сафин В.Ф., Сафина Г.Р., Каримова Ф.Ф., Миронова Г.Р., Хафизова А.С.

50 **ПАРАДОКСЫ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА**

Власова Е.М., Воробьева А.А.

61 **ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОЛОСТИ РТА СРЕДИ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ: ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ И НЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ**

Зайдуллин И.И., Каримова Л.К., Бейгул Н.А.

73 **АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ СО СТОРОНЫ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ ПО ДАННЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ У РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Загидуллина Н.Н., Валеева Э.Т., Дистанова А.А., Галимова Р.Р.

85 **СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ В ПРОИЗВОДСТВАХ МОНОМЕРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА**

Гимаева З.Ф., Галимова Р.Р., Зайдуллин И.И., Каримова Л.К., Бейгул Н.А.

ГИГИЕНА ТРУДА

99 **ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НА
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ
ОБЛАСТИ**

Черникова Е.Ф., Потапова И.А., Скворцова В.А., Жаркова Е.М., Моисеева Е.В., Мельникова А.А., Калачева Е.С., Телюпина В.П.

118 **ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ
АЭРОЗОЛЕЙ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ РАБОТНИКОВ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Волкова М.А., Рахимзянов А.Р., Файзова Ю.М., Фатхутдинова Л.М.

ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

131 **СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ В РАЙОНЕ БЫВШЕГО
АКТАШСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Щучинов Л.В., Михеев В.Н., Кац В.Е.

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

143 **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ**

Фатхутдинова Л.М., Краснощекова В.Н., Мухутдинова А.Р.

157 **ВЗАИМОСВЯЗЬ ФАКТОРОВ РИСКА С СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ
И ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО
ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

Зигитбаев Р.Н., Зулъкарнаев Т.Р., Поварго Е.А., Франц М.В., Абдрахманова Е.Р., Мочалкин П.А., Ахметзянова А.Х.

172 **АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ У ЮНОШЕЙ ПРИЗЫВНОГО
ВОЗРАСТА С РАЗЛИЧНЫМИ СОМАТОМЕТРИЧЕСКИМИ
ПОКАЗАТЕЛЯМИ**

Ефимова Н.В., Мыльникова И.В., Богданова О.Г., Боева А.В., Никифорова В.А., Апханова Н.С.

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

183 ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ В АРКТИКЕ НА D-ВИТАМИННУЮ И ФОСФОР-КАЛЬЦИЙ-МАГНИЕВУЮ НАСЫЩЕННОСТИ ОРГАНИЗМА РАБОТАЮЩИХ

Рахманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомолова Е.С., Разгулин С.А.,
Непряхин Д.В., Зайцев Л.Л.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

193 ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТА ТЕНАХ-ТА ДЛЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ СПИРОКСАМИНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

Курпединов К.С., Артемова О.В., Егорченкова О.Е.

205 АПРОБАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Родионов А.С., Егорова М.В., Федорова Н.Е.

ПОЗДРАВЛЕНИЯ

223 К ЮБИЛЕЮ ТЕРЕГУЛОВОЙ ЗАКИИ САГАДАТОВНЫ

225 К ЮБИЛЕЮ ЛЯЙЛИ МАРСЕЛЕВНЫ МАСЯГУТОВОЙ

УДК 613.6.027

СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА ПОДШИПНИКОВ

Алешина Ю.А., Новикова Т.А., Мигачева А.Г., Кочетова Н.А.

Саратовский МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Саратов, Россия

Сохранение и укрепление здоровья трудоспособного населения, определяющего качество трудовых ресурсов, является важнейшим показателем социально-экономического потенциала страны.

Цель исследования. *Анализ социально-гигиенических детерминант здоровья работников производства подшипников на основе результатов комплексных социолого-гигиенических и эпидемиологических исследований.*

Использованные методы и подходы. *Проведены комплексные исследования социально-бытовых и поведенческих составляющих образа жизни, условий труда и состояния здоровья работников производства подшипников с использованием индивидуального раздаточного анкетирования и стандартных санитарно-гигиенических и эпидемиологических методов.*

Основные результаты. *Установлено, что работники производства подшипников подвержены воздействию комплекса производственных факторов, включающего химические вещества, пыль, шум, локальную и общую вибрацию, нагревающий микроклимат и физические перегрузки, в совокупности формирующие вредные условия труда (классы 3.2-3.4).*

Среди факторов, детерминирующих состояние здоровья, опрошенные выделили социально-бытовые (0,7%), возраст (2,8%), употребление алкогольных напитков (2,1%), курение (5,6%), наследственность (6,9%), нерациональное питание (10,4%), воздействие вредных факторов производственной среды (12,5%) и нервно-эмоциональные нагрузки (10,4%).

Наиболее значимыми факторами, способствующими развитию нарушений здоровья, по результатам самооценки, явились неблагоприятные условия труда: шум (69,2%); микроклимат (34,4%); загрязнение воздуха рабочей зоны химическими веществами (28,7%) и пылью (26,7%); тяжесть (28%) и напряженность (17,0%) труда; вибрация (16,1%).

Установлена статистически значимая корреляционная связь между субъективной оценкой состояния здоровья и оценкой условий труда как «неудовлетворительные и плохие» ($r=0,21$, $p=0,0004$), а также мнением респондентов, что их здоровье ухудшилось в связи с профессиональной деятельностью, наиболее выраженная в первой возрастной ($r=0,40$, $p=0,0006$) и первой стажевой ($r=0,28$, $p=0,0001$) подгруппах.

Основными направлениями профилактики нарушений здоровья работников являются обеспечение безопасных условий труда и укрепление здоровья на рабочих местах, повышение мотивации к здоровому образу жизни, отказу от вредных привычек и здоровьесберегающему поведению.

Ключевые слова: *работники производства подшипников, условия труда, детерминанты здоровья, самооценка, профилактика.*

Для цитирования: Алешина Ю.А., Новикова Т.А., Мигачева А.Г., Кочетова Н.А. Социально-гигиенические детерминанты здоровья работников производства подшипников. Медицина труда и экология человека. 2023:7-22.

Для корреспонденции: Новикова Тамара Анатольевна, к.б.н., доцент, зав. лабораторией гигиены труда Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», e-mail: novikovata-saratov@yandex.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10301>

SOCIO-HYGIENIC HEALTH DETERMINANTS OF BEARING PRODUCTION WORKERS

Aleshina Yu.A., Novikova T.A., Migacheva A.G., Kochetova N.A.

Saratov Hygiene Medical Research Center «Medical and Preventive Health Risk Management Technologies», Saratov, Russia

The working age population health maintenance and promotion which determines the quality of human resources, is the most important indicator of the country's socio-economic potential.

The purpose of the study. *Analysis of social and hygienic determinants of workers' health in the bearing production based on the results of complex sociological, hygienic and epidemiological studies.*

Materials and methods. *Comprehensive studies of the social and behavioral components of the lifestyle, working conditions and health status of bearing workers were carried out using individual questionnaires and standard sanitary-hygienic and epidemiological methods.*

Results. *It has been established that workers in the bearing production are exposed to a complex of occupational factors, including chemicals, dust, noise, local and general vibration, a heating microclimate and physical overload, which together determine harmful working conditions (Classes 3.2-3.4).*

Among the factors determining the health state, the respondents identified social (0.7%), age (2.8%), alcohol consumption (2.1%), smoking (5.6%), heredity (6, 9%), irrational nutrition (10.4%), exposure to harmful factors in the working environment (12.5%) and neuro-emotional stress (10.4%).

The most significant factors contributing to the development of health disorders, according to the results of self-assessment, were unfavorable working conditions: noise (69.2%); microclimate (34.4%); air pollution of the working area with chemicals (28.7%) and dust (26.7%); the severity (28%) and intensity (17.0%) of labor; vibration (16.1%).

A statistically significant correlation was established between the subjective assessment of the health state and the assessment of working conditions as "unsatisfactory and poor" ($r=0.21$, $p=0.0004$), as well as the respondents' opinion that their health deteriorated due to professional activities, most expressed in the first age ($r=0.40$, $p=0.0006$) and first experience ($r=0.28$, $p=0.0001$) subgroups.

The main areas of prevention of health disorders of workers are the provision of safe working conditions and health promotion in the workplace, increasing motivation for a healthy lifestyle, giving up bad habits and health-saving behavior.

Keywords: *bearing production workers, working conditions, health determinants, self-assessment, prevention.*

For citation: *Aleshina Yu.A., Novikova T.A., Migacheva A.G., Kochetova N.A. Socio-hygienic health determinants of bearing production workers. Occupational Health and Human Ecology. 2023:7-22.*

For correspondence: *Tamara A. Novikova - CandSc. (Biology), Head of laboratory of occupational health, Saratov Hygiene Medical Research Center of the FBSI «FSC Medical and Preventive Health Risk Management Technologies». E-mail: novikovata-saratov@yandex.ru, 8-905-384-71-84.*

Financing: *the study had no financial support.*

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10301>

Хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ) признаются серьезной проблемой на пути устойчивого развития всех стран мира [1] и определены в качестве одной из первостепенных задач Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) при реализации глобальной стратегии «Здоровье для всех» в XXI веке [2-3].

Снижение уровня ХНИЗ в Российской Федерации, реализуется в концепции современной демографической политики¹, направленной на сохранение и укрепление здоровья населения, увеличение продолжительности активной жизни, сокращение смертности и стабилизации демографической ситуации в целом. При этом значимая роль в профилактике заболеваний принадлежит выявлению управляемых (модифицируемых) факторов риска и их коррекции, укреплению общественного и индивидуального здоровья путем ранней профилактики, повышения мотивации населения в отношении здорового образа жизни², в том числе на рабочем месте³.

Состояние здоровья человека обусловлено синергизмом ряда детерминант, определяющих причины его расстройства, влияющие на генез, проявления и последствия его нарушений, возможность сохранения и укрепления. Основные факторы, оказывающие влияние на состояние здоровья человека, условно можно разделить на внутренние неуправляемые, или слабоуправляемые (генетические, биологические), и экзогенные управляемые, которые, в свою очередь, подразделяют на личностные и поведенческие риски, социально-экономические, бытовые условия и уровень жизни, особенности окружающей, а также производственной среды, доступность и качество медицинских услуг. При разработке и планировании мер по сохранению здоровья населения первостепенный интерес

¹ Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года (утв. Указом Президента РФ от 9 октября 2007 г. N1351). URL: <https://base.garant.ru/191961/> (дата обращения 01.03.2023).

² Приказ Минздрава России от 15.01.2020 №8 «Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344362/ (дата обращения 01.03.2023).

³ План мероприятий по реализации в 2021-2025 годах Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2021 г. № 2580-п). URL: <https://docs.cntd.ru/document/608644722>. (дата обращения 01.03.2023).

представляют управляемые факторы, формирующие в совокупности индивидуальное и общественное здоровье [4].

В формировании здоровья трудоспособного населения ключевую роль играет трудовая деятельность, в процессе которой стрессорное воздействие факторов производственной среды даже в допустимых уровнях может приводить к развитию функциональных нарушений организма, повышать риск развития и прогрессирования ХНИЗ и психических расстройств, профессиональной патологии [5-6]. По оценке ВОЗ, болезни, связанные с негативным воздействием производственной среды, и профессиональные заболевания входят в десятку ведущих факторов риска, определяющих общее бремя болезней [7].

В настоящее время накоплен определенный отечественный и зарубежный опыт в изучении факторов, детерминирующих здоровье работающих, результаты которого нашли отражение в разработке и реализации специализированных программ индивидуальной и групповой профилактики и укрепления здоровья на рабочем месте [8, 9]. При определении возможностей улучшения здоровья населения ВОЗ указывает, что в профилактике заложен оздоровительный потенциал, позволяющий предотвратить до 80% сердечно-сосудистых заболеваний и до 40% злокачественных новообразований [10].

В данном аспекте важным является анализ всех управляемых детерминант здоровья работников на основе учета как специфики их профессиональной деятельности (состояния производственной среды, психосоциальных производственных факторов – удовлетворенность работой, стрессовые ситуации, озабоченность за свое здоровье и др.), так и факторов, составляющих образ жизни работника (социально-бытовые, поведенческие), а также формирование здоровьесберегающего поведения [11].

Стратегически значимой в экономике России является подшипниковая подотрасль машиностроения, занимающая ключевую позицию в сфере обрабатывающего производства и обеспечивающая эксплуатационные нужды всех отраслей промышленного производства. Отечественное производство подшипников имеет определяющее значение для экономической и национальной безопасности страны, поскольку ими комплектуются практически все объекты техники, включая наземные, авиационные, морские, ракетно-космические, автотранспортные, сельскохозяйственные, а также промышленные изделия двойного назначения [12]. Имеющиеся в научной литературе данные свидетельствуют, что работники машиностроения подвергаются комплексному воздействию факторов химической и физической природы (неблагоприятный микроклимат, шум, вибрация общая и локальная) и других факторов трудового процесса [13, 14]. В структуре ХНИЗ работников данной отрасли ведущие места занимают болезни системы кровообращения, костно-мышечной системы и соединительной ткани [15]. Однако факторы, формирующие нарушения здоровья работников производства подшипников, изучены недостаточно, что определяет актуальность настоящих исследований.

Цель исследования – анализ социально-гигиенических детерминант здоровья работников производства подшипников на основе результатов комплексных социолого-гигиенических и эпидемиологических исследований.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 386 работников производства подшипников, из них 59,8% мужчин и 40,2% женщин. Средний возраст респондентов составил $49,4 \pm 0,5$ лет. Средний стаж работы в профессии – $17,0 \pm 0,6$ лет. В соответствии с этическими принципами для проведения научных медицинских исследований

при участии человека было получено информированное и добровольное согласие всех обследованных.

Получение эмпирической социологической информации осуществлено методом раздаточного социологического опроса с применением анкеты, рекомендованной для выявления влияния условий труда на организм работающих [16] и адаптированной для данных исследований. Изучены социально-бытовой статус работников (семейное положение, образование, бытовые условия), поведенческие составляющие образа жизни (употребление алкоголя, табакокурение, физическая активность, особенности питания), удовлетворенность медицинским обслуживанием, обращаемость за медицинской помощью, самооценка факторов условий труда, состояния здоровья и факторов риска его нарушений.

Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса выполнена в процессе натуральных санитарно-гигиенических исследований, проведенных в соответствии с действующими санитарными нормами⁴, гигиеническими критериями и классификацией условий труда⁵ с применением стандартных методов и оборудования, а также по результатам специальной оценки условий труда.

Оценка состояния здоровья работников выполнена по данным периодического медицинского осмотра (ПМО), проведенного на базе клиники профзаболеваний Саратовского МНЦ гигиены в 2022 году, проанализированы уровень и нозологическая структура первичной неинфекционной заболеваемости с использованием общепринятых методов⁶.

При обработке данных и анализе результатов исследований использованы прикладные программы Microsoft Excel 2007 и Statistika 10. Для количественной характеристики исследуемых показателей использовали среднее арифметическое и стандартную ошибку среднего ($M \pm m$) при уровне надежности 95%. Оценка связи между исследуемыми показателями проведена с применением метода ранговых корреляций Спирмена. Достоверность различий в подгруппах определяли по U-критерию Манна – Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Результаты исследований социально-бытового статуса работников предприятия по производству подшипников показали, что 85,8% из них проживало в квартирах с центральным отоплением и всеми удобствами. Большинство работников имело среднее профессиональное (47,6%) или среднее общее образование (38%), остальные – высшее (10,4%) и основное общее образование (4%). Состояли в браке 38,6% респондентов, детей имели 83,4% опрошенных, при этом 47,9% имели по одному, 45,6% по два, остальные 7,3% – по 3 и более ребенка.

При самооценке поведенческих факторов 90,6% опрошенных сообщили о недостаточной физической активности в свободное от работы время. 88,2% работников на

⁴ СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>. (дата обращения 20.03.2022).

⁵ Р 2.2.22006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов производственной среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200040973>. (дата обращения 21.03.2023)

⁶ Руководство по анализу основных статистических показателей состояния здоровья населения и деятельности медицинских организаций. М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2015. URL: <https://miac.medkirov.ru/site/LSPAFD904>.

момент обследования не придерживались принципов здорового питания. Выявлены гендерные различия признаков ожирения у респондентов – среднегрупповое значение ИМТ у женщин было статистически значимо выше, чем у мужчин ($p=0,0008$). Связь избыточной массы тела и ожирения работников с самооценкой недостаточности физической активности и нерегулярным питанием не установлена.

Выявлено, что 39,7% работников курили, при этом 17,4% из них планировали бросить курить с целью начать здоровый образ жизни. Средний стаж курения составил $9,9 \pm 0,7$ лет, среднее количество сигарет, выкуриваемых в день – $6,1 \pm 0,5$ штук. 70,4% работников употребляли алкогольные напитки, среди них 48,2% с периодичностью 1-2 раза в месяц, 16,8% – от 3 до 5 раз в месяц, 4,4% – 6-10 раз в месяц, 1% – более 10 раз в месяц. При этом 36,79% из употребляющих алкоголь предпочитали напитки крепостью 30° и более, 28,24% – менее 5°, остальные от 5 до 30°. Почти треть (28,2%) респондентов совсем не употребляли алкоголь. Среди мужчин доля лиц, употребляющих алкоголь, статистически значимо выше, чем среди женщин ($p < 0,001$).

Более половины (53,4%) опрошенных работников охарактеризовали состояние своего здоровья как «удовлетворительное», 40,8% – «хорошее», 5,3%, – «очень хорошее» и 0,5% – «плохое». При сравнении самооценок здоровья в зависимости от половой принадлежности установлено, что мужчины статистически значимо чаще, чем женщины, оценивали здоровье как «хорошее» или «очень хорошее» (45,5% и 6,5% против 33,6% и 3,2% при $p=0,0345$ и $0,0085$ соответственно). Холостые (незамужние) респонденты чаще – как «очень хорошее» ($p=0,0305$).

С увеличением возраста оценка здоровья работниками ухудшалась. Так, доля позитивно оценивающих свое здоровье (как «хорошие») уменьшалась, а доля, отмечающих его ухудшение и оценивающих как «удовлетворительное или плохое», статистически значимо увеличивалась во всех возрастных группах работников (табл.1).

Таблица 1
Самооценка состояния здоровья в зависимости от возраста и стажа (%)

Table 1

Self-assessment of health status depending on age and experience (%)

Вопросы / ответы респонде нтов	Возрастные подгруппы, лет				Стажевые подгруппы, лет			
	1-я	2-я	3-я	4-я	1-я	2-я	3-я	4-я
	≤ 3 9 (n=68)	40-49 (n=113)	50-59 (n=140)	≥ 60 (n=65)	≤ 9 (n=123)	10-19 (n=121)	20-29 (n=80)	≥ 30 (n=62)
<i>Как вы оцениваете состояние своего здоровья</i>								
Очень хорошее	11,8	3,5 $p_{1,2}=0,032$	5,0 $p_{1,3}<0,001$	1,5 $p_{1,4}=0,019$	9,8	3,3 $p_{1,2}=0,042$	2,5 $p_{1,3}=0,049$	3,2
Хорошее	64,7	44,2 $p_{1,2}=0,008$	32,1 $p_{1,3}<0,001$ $p_{2,3}=0,049$	27,7 $p_{1,4}<0,001$ $p_{2,4}=0,029$	47,2	42,1	33,7	33,9

Удовлетворительное или плохое	23,5	52,2 p _{1,2} =0,00 2	62,9 p _{1,3} <0,00 1 p _{2,3} =0,01 7	70,8 p _{1,4} <0,001 p _{2,4} =0,016	43,1	54,5	63,8	62,9* p _{1,4} = 0,011
-------------------------------	------	-------------------------------------	--	--	------	------	------	--------------------------------------

Примечание: p – статистическая значимость различий при сравнении возрастной или стажевой группы по U-критерию Манна – Уитни.

Note: - p - statistical significance of differences when comparing age or length of service of groups according to the Mann-Whitney U-test.

При самооценке заболеваемости обследуемой когорты установлено, что 47,1% работников ежедневно принимали лекарственные препараты, прежде всего от повышенного артериального давления крови, головной боли, сердечных болей, простудных заболеваний, болей в суставах и аллергии. Об ухудшении состояния здоровья и наличии у них хронических заболеваний свидетельствовали 36% опрошенных работников, из них 4,2% указали, что имели по 2 и более заболевания. В структуре заболеваемости, по данным самооценки, преобладали болезни системы кровообращения (31,6%), органов пищеварения (27,6%), костно-мышечной системы и соединительной ткани (16,7%), органов дыхания (13,43%). Меньшую долю занимали болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (4,5%), болезни мочеполовой системы (3,73%), глаза и его придаточного аппарата (2,44%).

Исследования состояния здоровья респондентов по результатам ПМО показали, что результаты субъективной оценки значительно расходились с объективными данными, согласно которым хронические патологические состояния были диагностированы у 91,6 % обследованных, из них 21,5% имели по два, а 48,2% по три и более ХНИЗ. В структуре ХНИЗ работников, по данным ПМО, первые три ранговых места занимали болезни глаза и его придаточного аппарата (класс VII)⁷, костно-мышечной системы и соединительной ткани (класс XIII) и системы кровообращения (IX). На четвертом и пятом местах находились болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (класс IV) и болезни мочеполовой системы (XIV).

В нозологической структуре накопленной ХНИЗ работников ведущие ранговые места занимали дорсалгии различных уровней (20,5%), артериальная гипертензия (14,8%), ожирение различных степеней (14,5%), пресбиопия (12,7%), доброкачественные новообразования (4,4%), в основном шейки матки (4,22%). Случаев профессиональных заболеваний у работников обследуемого предприятия в период с 2019 по 2022 годы выявлено не было.

Несмотря на неудовлетворительное состояние здоровья, 52,33% работников обращались в лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ) лишь при необходимости, 20,46% не обращались вообще, 13,9% – реже 1 раза в год, 8,8% – раз в полгода, 4,4% – реже 1 раза в год и 0,52% – один раз в месяц. Доступность посещения ЛПУ 97,38% респондентов оценили положительно, однако только 6,8% респондентов убеждены в необходимости

⁷ Класс заболеваний в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого пересмотра (МКБ-10). URL: <https://mkb-10.com/> (дата обращения 23.03.2022).

ежегодного прохождения обязательных периодических медицинских осмотров и 3,92% готовы проходить его в добровольном порядке.

По результатам специальной оценки условий труда, большинство работников (80,62%) трудились во вредных условиях, при этом общая оценка условий труда 15,98% работающих соответствовала вредным 1 степени (класс 3.1), 47,28% – вредным 2 степени (класс 3.2), 1,37% – 3 степени (класс 3.3) и 15,99% – 4 степени (класс 3.4).

Результаты натуральных санитарно-гигиенических исследований показали, что на предприятии представлен полный цикл процесса производства подшипников, состоящий из технологических этапов литья заготовок, тепловой, химической, холодной обработки металлов и сплавов, сборки и упаковки готовых подшипников. Установлено, что в силу специфики производственной деятельности работники подвержены воздействию комплекса вредных производственных факторов, набор и экспозиция которых находилась в зависимости от вида работ (табл. 2).

Таблица 2

**Гигиеническая оценка производственных факторов
при выполнении основных видов работ**

Table 2

Hygienic assessment of occupational factors in the main types of jobs

Виды работ	Наименование фактора / Класс условий труда						
	Загрязняющие вещества ^{а1}	Световая среда	Микроклимат	Шум	Вибрация ²	Тяжесть труда	Напряженность труда
Литейное производство	2-3.1 / 3.1-3.2	2-3.2	2-3.2	3.1-3.2	-	3.2-3.3	2
Кузнечно-прессовое и штамповочное производство	2-3.1 / -	2-3.1	3.1-3.3	3.2-3.3	3.2-3.3 / -	3.3	2
Термический цех	3.1 / -	2-3.1	3.2	3.3	3.2 / 3.2	3.3	2
Электрохимическая обработка	3.2 / -	2	3.2	3.2	- / -	3.3	2
Производства холодной обработки металла	2-3.1 / 2	2-3.1	2	3.1-3.2	3.1 / -	3.1	2
Сборка и упаковка подшипников	3.1 / -	2	2	3.1	- / -	3.2	2

Примечание: ¹ – в числителе вредные вещества, в знаменателе аэрозоли преимущественно фиброгенного действия; ² – в числителе вибрация общая, в знаменателе локальная.

Notes: - ¹ in the numerator harmful substances, in the denominator aerosols of predominantly fibrogenic action; ² – in the numerator the vibration is general, in the denominator it is local.

Вредными факторами для своего здоровья большинство из опрошенных лиц считали производственный шум, повышенную температуру воздуха, загрязненность рабочей зоны химическими веществами и пылью, физически тяжелый и напряженный труд (рис. 1).



Рис. 1. Доля работников, характеризующих факторы условия труда как вредные для здоровья (%)

Figure 1. Distribution of responses characterizing working conditions factors as harmful to health (%)

Неблагоприятное влияние факторов условий труда на организм работников подтверждалось результатами самооценки проявлений утомления в процессе работы, свидетельствующих об ухудшении самочувствия в динамике рабочей смены и наступлении утомления. Так, 84,2% респондентов умеренно уставали, сильную усталость испытывали 8,3%. При этом 23,7% указали на чувство усталости и болезненные ощущения в ногах; 33,7% в области поясницы; 16,3% в области верхних конечностей, шеи и плеч. У 5,9% работников были отмечены головные боли. Возникновение усталости и боли 36,5% респондентов связывали с длительной работой на ногах, 22,3% с подъемом и переносом тяжестей вручную, 14,0% с неудобной рабочей позой.

Выявлена тенденция снижения доли лиц, оценивающих условия труда как «хорошие», и увеличения количества лиц с оценкой «удовлетворительные и плохие» с увеличением возраста и стажа работы в профессии. Однако статистически значимые различия установлены лишь в 4-й возрастной и 2-й стажевой подгруппах по сравнению с первыми. На этом фоне доля работников, связывающих ухудшение здоровья с профессиональной деятельностью, с увеличением стажа работы в профессии от 20 и более лет статистически значимо росла ($p_{1,3}=0,003368$, $p_{1,4}=0,001693$), однако также увеличивалась доля, считающих, что условия труда не оказывают влияния на их здоровье ($p_{1,3}=0,000897$ и $p_{1,4}=0,001346$).

Больше половины опрошенных работников (53,5%) затруднились указать причины нарушения здоровья. Остальные в качестве факторов риска здоровью указали возраст (2,8%), наследственность (6,9%), плохие бытовые условия (0,7%), употребление алкоголя (2,1%), курение (5,6%), плохое и нерегулярное питание (10,4%), нервно-эмоциональные нагрузки, в том числе на работе (10,4%), неудовлетворительные условия труда (12,5%) и другие причины (8,3).

Результаты самооценки здоровья согласуются с результатами корреляционного анализа, позволившего выявить статистически значимые связи между оценкой респондентами состояния здоровья и условий труда ($r=0,21$, $p=0,0004$), а также влиянием на

его ухудшение производственных факторов, наиболее выраженного в первой возрастной ($r=0,40$, $p=0,0006$) и первой стажевой ($r=0,28$, $p<0,001$) подгруппах.

Обсуждение. По данным ВОЗ, наиболее уязвимыми для развития ХНИЗ являются люди старших возрастов, лица, ведущие нездоровый образ жизни (употребляющие табачные изделия и алкоголь), с недостаточной физической активностью, нарушением пищевого поведения, метаболическими факторами риска – повышенным артериальным давлением крови, ожирением, нарушением углеводного и жирового обменов, подвергающиеся воздействию вредных факторов окружающей среды [3].

Результаты исследования позволили выявить высокую распространенность у работников производства подшипников основных детерминирующих здоровье факторов – вредные привычки (курение, прием алкогольных напитков), нерациональное питание, недостаточную физическую активность, ожирение, вредные и тяжелые условия труда.

Выявлены гендерные различия в самооценке здоровья как «хорошее» и «очень хорошее», что согласуется с имеющимися в литературных источниках данными, свидетельствующими, что мужчины менее внимательно относятся к своему здоровью, для содержания семьи они вынуждены больше трудиться, у них чаще проявляется деструктивное поведение, направленное на свое физическое состояние [17]. Более позитивную оценку («отличное» и «очень хорошее») собственного здоровья дали респонденты, не состоящие в браке, что подтверждает влияние социально-бытовых факторов. Выявлено, что с увеличением возраста и стажа работы в профессии самооценка состояния здоровья работниками ухудшалась, что согласуется с популяционными исследованиями других авторов [18].

Общеизвестно, что первостепенную роль в формировании здоровья играет самосохранительное поведение – отказ от курения, приема алкогольных напитков, ведение активного образа жизни, правильного и регулярного питания [19]. Несмотря на понимание этого респондентами самооценка указанных факторов оказалась сниженной. Этот факт согласуется с имеющимися в источниках научной литературы данными, свидетельствующими о сложившихся у населения России поведенческих практик и низкой мотивации к здоровьесбережению [19].

Более опасными, нежели поведенческие факторы, респонденты считали неблагоприятные условия труда (шум, микроклиматические условия, химические вещества и пыль, загрязняющие зону дыхания, вибрацию), тяжесть и напряженность трудового процесса, являющиеся, по их мнению, факторами риска для их здоровья. Данное предположение подтверждается сопряженностью результатов опроса с результатами санитарно-гигиенических и эпидемиологических исследований, свидетельствующих о значимости и роли вредных факторов в формировании риск-ассоциированных патологий у работников.

Результаты гигиенических исследований показали, что 80,62% работников подвержены в процессе трудовой деятельности воздействию вредных условий труда (классы 3.1-3.4). По субъективным оценкам респондентов их воздействие является причиной ухудшения самочувствия в процессе трудового дня (в 84% случаев), вызывает умеренную и сильную усталость, болевые ощущения в различных частях тела.

Влияние условий труда на состояние здоровья работников подтверждено результатами корреляционного анализа, позволившего выявить статистически значимые корреляционные

связи между оценками респондентами состояния здоровья и условий труда, а также их влиянием на его ухудшение. Наиболее выраженные связи в первой возрастной и первой стажевой подгруппах могут свидетельствовать о проявлении профессиональной адаптации организма работников в начале их трудовой деятельности. Однако лишь 12,5% опрошенных связывает ухудшение здоровья с работой, что может свидетельствовать как о проявлении диссимуляции болезней, вероятно, по причине препятствия выявления заболеваний дальнейшей профессиональной деятельности, регламентированной допуском к работе по состоянию здоровья, так и о низкой информационной осведомленности респондентов о влиянии производственных факторов на здоровье.

В структуре ХНИЗ работников, по данным ПМО, ведущие места занимали болезни глаза и его придаточного аппарата, костно-мышечной системы и соединительной ткани, системы кровообращения, эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ.

Болезни системы кровообращения относятся к социально значимым заболеваниям, являясь самыми распространенными заболеваниями и лидирующей причиной смертности взрослого населения России [2, 3]. Применительно к работникам исследуемого производства их развитие может быть связано с негативным воздействием производственных факторов, среди которых выделяются производственный шум, тепловые нагрузки, функциональное перенапряжение от физических перегрузок, психоэмоциональное напряжение.

Хроническое воздействие повышенных уровней шума (особенно на высоких частотах) ведет к повышению артериального давления крови и развитию гипертензивных реакций с медленным прогрессированием артериальной гипертензии, формируя риск сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний [20]. При воздействии производственного шума даже при небольшом стаже работы развиваются внутрисосудистые нарушения и расстройства микроциркуляции сосудов головного мозга, что может приводить к развитию нейросенсорной (сенсоневральной) потери слуха, сосудистым заболеваниям сетчатки глаза [21].

Воздействие нагревающего микроклимата также может приводить к развитию артериальной гипертензии, миокардиопатий, нейроциркуляторных дистоний по гипертоническому типу. Хроническое воздействие нагревающего микроклимата приводит к снижению иммунной реактивности организма, способствуя развитию хронических заболеваний [22].

Эмоциональные нагрузки, связанные с риском для жизни (тепловое излучение, работа на высоте), нерациональным режимом труда и отдыха, работой в ночную смену по скользящему графику, могут играть ведущую роль в развитии профессионального стресса и ассоциированных с ним болезней системы кровообращения и фатальных сердечно-сосудистых событий [23].

Развитие нарушений в системе кровообращения у обследуемого контингента работающих также может быть связано с длительным воздействием вредных химических веществ, присутствующих в воздухе рабочей зоны – предельных, непредельных, ароматических углеводородов, источниками которых являются широко применяемые в производстве масла минеральные и масляные смазочно-охлаждающие технологические средства. Нейротоксическое действие углеводородов может приводить к формированию

сосудистой дисфункции и, как следствие, артериальной гипертензии, цереброваскулярных заболеваний, ишемической болезни сердца, сосудистых заболеваний сетчатки глаза [24].

Фактором риска развития болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани у работников могут являться физические перегрузки при выполнении работ в позе стоя, с подъемом и перемещением грузов вручную, способствующие развитию патологий позвоночника и суставов [25]. Работа в неудобной рабочей позе с вынужденными наклонами корпуса, перемещением грузов вручную способствует нарушению кровообращения в органах малого таза, что приводит к воспалительным процессам внутренних половых органов, нарушению женской репродуктивной сферы [26].

К ведущим факторам, способствующим развитию ожирения у работников изучаемой когорты, можно отнести поведенческие (нерациональное питание, недостаточная физическая активность), профессиональные стрессогенные факторы трудового процесса и перенапряжение различных органов и систем под влиянием стрессогенных факторов производственной среды [4].

Все выявленные факторы, оказывающие влияние на состояние здоровья работников производства подшипников, – управляемые, снижение их негативного воздействия возможно при осуществлении мер по обеспечению безопасных условий труда и снижению рисков здоровью на рабочем месте, формированию здорового образа жизни и здоровьесберегающего поведения, осуществляемых на корпоративном уровне.

Выводы:

1. Среди поведенческих факторов основная роль в ухудшении состояния здоровья работников принадлежит употреблению алкоголя, табакокурению, недостаточной физической активности, нерациональному питанию.

2. Наиболее значимыми факторами, способствующими развитию ХНИЗ у работников, являются неблагоприятные условия труда (шум, нагревающий микроклимат, тяжесть труда, химические вещества, пыль, напряженность труда, вибрация), что подтверждено результатами корреляционного анализа, позволившего выявить статистически значимые корреляционные связи между оценкой респондентами состояния здоровья и условий труда, а также влияния производственных факторов на его ухудшение.

3. Выявлены гендерные, возрастные и стажевые различия в самооценке состояния здоровья и значимости поведенческих и гигиенических факторов как причин его нарушения. Результаты самооценки демонстрируют недостаточную информационную осведомленность респондентов о влиянии данных факторов на здоровье.

4. В профилактике негативного воздействия детерминирующих здоровье работников производства подшипников факторов ведущая роль принадлежит обеспечению безопасных условий труда и укреплению здоровья на рабочих местах, повышению мотивации к здоровому образу жизни, отказу от вредных привычек и здоровьесберегающему поведению, совершенствованию системы информирования о факторах риска здоровью на предприятии.

Список литературы:

1. *Генеральная Ассамблея ООН от 25 сентября 2015 года. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.* URL: <https://docs.cntd.ru/document/420355765> (дата обращения. 01.03.2023).

2. *Implementation Road Map 2023-2030 for the Global Action Plan for the Prevention and Control of NCDs 2013-2030*. Geneva: World Health Organization. Accessed June 01, 2022. URL: <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/governance/roadmap>.
3. WHO. Newsletters. Noncommunicable diseases. (16.09.2022). URL: по: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.
4. Дранкина О.М., Концевая А.В., Калинина А.М., Авдеев С.Н., Агальцов М.В., Александрова Л.М. и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022; 21(4): 2022-3235. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235>.
5. Doré I., Caron J. Santé mentale: concepts, mesures et déterminants [Mental Health: Concepts, Measures, Determinants]. *Sante Ment Que.* 2017. 42(1), 125-145
6. Soren G. I., Dennerlein J. T., Peters S. E., Sabbath L., Kellye E. L. & Wagnerb G. R. The future of research on work, safety, health and wellbeing: A guiding conceptual framework. *Social Science & Medicine*, 2021, 269, 113593. DOI: 10.1016/j.socscimed.2020.113593
7. Аспекты общественного здравоохранения в Европе Европейское региональное бюро ВОЗ / Европейская Обсерватория по системам и политике здравоохранения. (2018). – URL <https://apps.who.int/iris/handle/10665/33213>.
8. Андропова О. В. Health management: модный тренд или перспективные инвестиции? Обзор корпоративных программ укрепления здоровья. *Клиницист*. 2020; 15(3-4): С. 630. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2020-14-3-4-K630>.
9. Efficacy and costs of a workplace wellness programme./ Rezai R. [et al.] // *Occup Med (Lond)*. 2020; 70(9): 649-655. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqaa189>.
10. Efficacy and costs of a workplace wellness programme./ Rezai R. [et al.] // *Occup Med (Lond)*. 2020; 70(9): 649-655. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqaa189>.
11. Устинова О.Ю., Зайцева Н.В., Власова Е.М., Костарев В.Г. Корпоративные программы профилактики нарушения здоровья у работников вредных предприятий как инструмент управления профессиональным риском. *Анализ риска здоровью*. 2020; 2: 72-82. <https://doi.org/10.21668/health.risk>.
12. Владимирова А.С., Грибанова Н.В. Анализ конкурентоспособности российского рынка подшипников. *Международный студенческий научный вестник*. 2018; 5. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19106> (дата обращения: 23.03.2023). – Текст: электронный.
13. Трофимова В.М., Трушкова Е.А. Анализ социально-гигиенических факторов образа жизни работающих на предприятии машиностроения. *Международный студенческий научный вестник*. 2017; 3. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=ytrzyh> (дата обращения: 23.03.2023). – Текст: электронный.
14. Алборова М.А., Латышевская Н. И., Давыденко Л. А., Левченко. Н.В. Гигиеническая оценка условий труда и приоритетные факторы риска здоровью станочников по металлообработке. *Прикаспийский вестник медицины и фармакологии*. 2020; Т. 1, 1: 14-19.
15. Галимова Р.Р., Валеева Э.Т., Дистанова А.А., Гирфанова Л.В., Салаватова Л.Х., Газизова Н.Р. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работников машиностроения. *Медицина труда и экология человека*. 2020: 1: 36-43.

16. Основные принципы и методы эргономической оценки рабочих мест для выполнения работ сидя и стоя. Методические рекомендации № 3212-85. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200056580>. (дата обращения 21.01.2023).
17. Williams A., Lyeo J.S., Geffros S., Mourriopoulos A. (2021). The integration of sex and gender considerations in health policymaking: a scoping review. *Int J Equity Health*, 20(1), 69. DOI: 10.1186/s12939-021-01411-8
18. Короленко А. В. Факторы общественного здоровья: опыт социологического исследования (на материалах Вологодской области). *Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*. 2018; 1(49): 89–102.
19. Шаповалова И.С. Роль социальных институтов в области самосохранения поведения населения Центрального округа. *Вестник Института социологии*, 2020; 11(1): 86-112.
20. Bolm-Audorff U., Hegewald J., Pretzsch A., Freiberg A., Nienhaus A. & Seidler A. (2020) Occupational Noise and Hypertension Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* Aug, 17, 6281. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176281>. PMID: 32872306; PMCID: PMC7504405
21. Обухова М.П., Валеева Э.Т., Волгарева А.Д., Галимова Р.Р., Гимранова Г.Г. Анализ результатов изучения гемомикроциркуляции у лиц, подвергающихся воздействию различных производственных факторов. *Пермский медицинский журнал*. 2016; Том XXXIII, № 4; 94-101.
22. Flouris A.D., Dinas P.C, Ioannou L.G, Nybo L., Havenith G., Kenny G.P et al. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health*. 2018; 2 (12): 521-531. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30237-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30237-7).
23. Doré I., Caron J. Santé mentale: concepts, mesures et déterminants [Mental Health: Concepts, Measures, Determinants]. *Sante Ment Que*. 2017;42(1), 125-145.
24. 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: 70–76.
25. Шайхлисламова Э. Р., Валеева Э. Т., Каримова Л. К. Условия труда и особенности развития болезней нервной и костно-мышечной систем у работников химического комплекса. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; 3: 11-14.
26. Фесенко М. А., Сивочалова О. В., Федорова Е. В. Профессиональная обусловленность заболеваний репродуктивной системы у работниц, занятых во вредных условиях труда. *Анализ риска здоровью*, 2017; 3: 92–100. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.3.11>.

References:

1. UN General Assembly of September 25, 2015. *Transforming Our World: The 2030. Agenda for Sustainable Development*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420355765>.
2. *Implementation Road Map 2023-2030 for the Global Action Plan for the Prevention and Control of NCDs 2013-2030*. Geneva: World Health Organization. Accessed June 01, 2022. URL: <https://www.who.int/teams/noncommunicable diseases/governance/roadmap>.
3. WHO. Newsletters. Noncommunicable diseases. (16.09.2022). URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.
4. Drapkina O.M., Kontsevaya A.V., Kalinina A.M., Avdeev S.N., Agal'tsov M.V., Aleksandrova L.M. et al. *Profilaktika hronicheskikh neinfektsionnykh zabolevaniy v Rossiyskoy Federatsii. Natstional'noe rukovodstvo 2022*. [Prevention of chronic non-communicable diseases in the

- Russian Federation. National leadership 2022]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. [Cardiovascular therapy and prevention]. 2022; 21(4): 2022-3235. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235>. (in Russian).
5. Doré I., Caron J. Santé mentale: concepts, mesures et déterminants [Mental Health: Concepts, Measures, Determinants]. *Sante Ment Que.* 2017. 42(1), 125-145
 6. Soren G. I., Dennerlein J. T., Peters S. E., Sabbath L., Kellye E. L. & Wagner G. R. The future of research on work, safety, health and wellbeing: A guiding conceptual framework. *Social Science & Medicine*, 2021, 269, 113593. DOI: 10.1016/j.socscimed.2020.113593
 7. *Aspekty obshchestvennogo zdravoohraneniya v Evrope. Evropeiskoe regional'noe byuro VOZ/ /* Evropeiskaya observatoriya po sistemam i politike zdravoohraneniya. (2018).
 8. Andropova O. V. *Upravlenie zdorov'em: modny trend ili perspektivnye investitsii? Obzor korporativnyh program ukrepleniya zdorov'ya*. [Health management: Fashion trend or promising investment? Overview of Corporate Health Promotion Programs. *Klinitsist*. [Clinician]. 2020; 15(3-4): P. 630. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2020-14-3-4-K630>. (In Russ).
 9. Efficacy and costs of a workplace wellness programme./ Rezai R. [et al.] // *Occup Med (Lond)*. 2020; 70(9): 649-655. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqaa189>.
 10. Efficacy and costs of a workplace wellness programme./ Rezai R. [et al.] // *Occup Med (Lond)*. 2020; 70(9): 649-655. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqaa189>.
 11. Ustinova O.Yu., Zaytseva N.V., Vlasova E.M., Kostarev V.G. Korporativnye programmy profilaktiki narusheniya zdorov'ya u rbotniko9v vrednyh predpriyatiy kak instrument uprvleniya professional'nym riskom. *Analiz riska zdorov'yu*. [Analysis of health risks]. 2020; 2: 72-82. <https://doi.org/10.21668/health.risk>. (In Russ)
 12. Vladimirova A.S., Gribova N.V. Analiz konkurentosposobnosti rossiyskogo rynka podshipnikov. [Analysis of the competitiveness of the Russian bearing market]. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik*. [International students' scientific bulletin]. 2018; 5. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19106>. (In Russ)
 13. Trofimova V.M., Trushkova E.A. Analiz sotsial'no-gigienicheskikh faktorov obraza zhizni rabotayutshih na predpriyatii mashinostroeniya. [Analysis of social and hygienic factors of the lifestyle of workers at a mechanical engineering enterprise]. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik*. [International students' scientific bulletin]. 2017; 3. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=ytpzyh>. (in Russian).
 14. Alborova M.A., Latyshevskaya N. I., Davydenko L. A., Levchenko. N.V. Gigienicheskaya otsenka usloviy truda i prioritetye fktory riska zdorov'yu stanochnikov po metalloobrabotke. [Hygienic assessment of working conditions and priority risk factors for the health of metalworking machine operators]. *Prikaspiyskiy vestnik meditsiny i farmakologii*. [Prikaspiian bulletin of medicine and pharmacology]. 2020; T. 1, 1: 14-19. (In Russ)
 15. Galimova R.R., Valeeva E.T., Distanova A.A., Girfanova L.V., Salavatova L.Kh., Gazizova N.R. *Gigienicheskaya otsenka usloviy truda i sostoyaniya zdorov'ya rabotnikov mashinostroeniya*. [Hygienic assessment of working conditions and health status of mechanical engineering workers]. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. [Occupational health and human ecology]. 2020: 1: 36-43. (In Russ)
 16. *Osnovnye printsipy i metody ergonomicheskoy otsenki rabochih mest dlya vypoleniya rabot sidya i stoya. Metodicheskie rekomendatsii № 3212-85*. [Basic principles and methods of

- ergonomic assessment of workplaces for performing work while sitting and standing]. Guidelines. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200056580>. (In Russ)
17. Williams A., Lyeo J.S., Geffros S., Mourriopoulos A. (2021). The integration of sex and gender considerations in health policymaking: a scoping review. *Int J Equity Health*, 20(1), 69. DOI: 10.1186/s12939-021-01411-8
 18. Korolenko A.V. *Factory obtschestvennogo zdorov'ya: opyt sotsiologicheskogo issledovaniya (na materialah Vologodskoy oblasti)*. [Factors of public health: the experience of sociological research (on the materials of the Vologda region)]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsial'nye nauki*. [Bulletin of the N.Lobachevskiy Nizhegorodskiy University]. 2018; 1(49): 89–102. (In Russ)
 19. Shapovalova I.S. *Rol' sotsial'nyh institutov v oblasti samosohraneniya povedeniya naseleniya Tsentral'nogo okruga*. [The role of social institutions in the field of self-preservation of the behavior of the population of the Central District]. *Bestnik Instituta sotsiologi. [Bulletin of Sociology Institute]*. 2020; 11(1): 86-112. (In Russ)
 20. Bolm-Audorff U., Hegewald J., Pretzsch A., Freiberg A., Nienhaus A. & Seidler A. (2020) Occupational Noise and Hypertension Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* Aug, 17, 6281. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176281>. PMID: 32872306; PMCID: PMC7504405
 21. Obukhova M.P., Valeeva E.T., Volgareva A.D., Galimova R.R., Gimranova G.G. *Analiz rezul'tatov izucheniya gemomikrotsirkulyatsii u lits podvergayutschihsya vozdeystviyu razlichnykh proizvodstvennykh faktorov*. [Analysis of the results of the study of hemomicrocirculation in persons exposed to various production factors. *Permskiy meditsinskiy zhurnal*. [Perm medical journal. 2016; Vol. XXXIII, № 4; 94-101. (In Russ).
 22. Flouris A.D., Dinas P.C, Ioannou L.G, Nybo L., Havenith G., Kenny G.P et al. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health*. 2018; 2 (12): 521-531. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30237-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30237-7).
 23. Doré I., Caron J. Santé mentale: concepts, mesures et déterminants [Mental Health: Concepts, Measures, Determinants]. *Sante Ment Que*. 2017; 42(1), 125-145.
 24. Baydina A.S., Alekseev V.B., Nosov A.E., Shirinkina E.A. *Otsaenka riska razvitiya metabolicheskogo sindroma kak prediktora kardiovaskulyarnoy patologii u rabotnikov predpriyatiya nefte dobychi*. [Assessment of the risk of developing metabolic syndrome as a predictor of cardiovascular pathology in workers of an oil production enterprise]. *Analiz riska zdorov'yu. [Analysis of health risk]*. 2013; 4: 70–76. (In Russ)
 25. Shaykhlislamova E. R., Valeeva E. T., Karimova L. K. *Usloviya truda i osobennosti razvitiya bolezney nervnoy i kostno-myshechnoy system u rabotnikov himicheskogo himicheskogo kompleksa*. [Working conditions and features of the development of diseases of the nervous and musculoskeletal systems in workers of the chemical complex]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. [Health of the population and environment]. 2018; 3: 11-14. (In Russ)
 26. Fesenko M. A., Sivochalova O. V., Fedorova E. V. *Professional'naya obuslovlennost' zabolovaniy reproduktivnoy sistemy u rabotnits zanyatykh vo vrednykh usloviyakh truda*. [Occupational conditionality of diseases of the reproductive system in workers employed in hazardous working conditions]. *Analiz riska zdorov'yu*. [Analysis of health risks]. 2017; 3: 92–100. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.3.11>. (In Russ)

Поступила/Received: 31.03.2023

Принята в печать/Accepted: 14.06.2023

УДК 613.6.02

САМООЦЕНКА ОПЕРАТИВНЫМ ПЕРСОНАЛОМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ

Безрукова Г.А.¹, Лесковец Е.С.²

¹Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Саратов, Россия

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов, Россия

Условия труда работников пожарной охраны (РПО), задействованных в пожаротушении, априори относят к опасным (класс 4), что затрудняет объективную оценку влияния факторов рабочей среды на развитие нарушений здоровья и повышает информационную значимость самооценки пожарными профессионального риска здоровью. С целью изучения влияния возраста РПО и стажа работы в профессии на самооценку приоритетности факторов условий труда, воздействующих на состояние здоровья, проведено анкетирование 70 РПО (мужчин) от 30 до 61 года (в среднем $45,3 \pm 1,1$ года) с профстажем 5–38 лет (в среднем $18,4 \pm 1,1$ года). Показано, что большинство РПО относили свою профессиональную деятельность к напряженному труду (50%) средней тяжести (38,6%). В целом экстремальными условия труда считали 20% респондентов, среди РПО с профстажем свыше 30 лет их доля возрастала до 33,4%. Наиболее опасными факторами рабочей среды, по мнению РПО, являлись: токсичные продукты горения (80%), экстремальная температура рабочей среды (78,6%), работа в полном боевом снаряжении (75,7%) и высокая физическая нагрузка (70,0%). Восприятие опасности контакта с токсичными веществами, задымления помещений и работы в боевом снаряжении у РПО с профстажем свыше 30 лет было ниже в 1,3, 1,7 и 1,3 раза соответственно, а негативное отношение к высокому темпу работы – в 1,3 раза выше по сравнению с РПО с профстажем менее 10 лет. На вредное воздействие повышенной влажности воздуха, шума и работы в ограниченном пространстве пожарные 30–39 лет указывали соответственно в 1,6, 1,5 и 1,5 раза чаще по сравнению с РПО старше 50 лет. Основными психосоциальными опасностями на рабочем месте, по мнению интервьюированных пожарных, являлись постоянная боевая готовность (88,6%) и связанные с пожаротушением нештатные ситуации (70,0%).

Ключевые слова: пожарные, условия труда, состояние здоровья, субъективная оценка, анкетирование.

Для цитирования: Безрукова Г.А., Лесковец Е.С. Самооценка оперативным персоналом противопожарной службы влияния условий труда на состояние здоровья. Медицина труда и экология человека. 2023; 23-38.

Для корреспонденции: Безрукова Галина Александровна, доктор мед. наук, доцент, главный научный сотрудник отдела медицины труда Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», e-mail: bezrukovagala@yandex.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10302>

SELF-ASSESSMENT OF THE IMPACT OF WORKING CONDITIONS ON HEALTH BY THE FIRE SERVICE OPERATIONAL PERSONNEL

Bezrukova G.A.¹, Leskovets E.S.²

¹ Saratov Hygiene Medical Research Center “Medical and Preventive Health Risk Management Technologies”, Saratov, Russia

² The V.Razumovskiy Saratov State Medical University, Saratov, Russia

The working conditions of fire protection workers (FPW) involved in firefighting are a priori classified as dangerous (class 4), which makes it difficult to objectively assess the impact of working environment factors on the development of health disorders and increases the informational significance of firefighters' self-assessment of occupational health risk. In order to study the influence of the age of FPW and work experience in the profession on the self-assessment of the priority of factors of working conditions affecting the state of health, a survey was conducted of 70 FPW (men) aged 30 to 61 years (on average $45,3 \pm 1,1$ years) with a professional experience of 5-38 years (on average $18,4 \pm 1,1$ years). It is shown that the majority of FPW attributed their professional activity to strenuous work (50,0%) of moderate severity (38,6%). In general, 20,0% of respondents considered extreme working conditions, and their share increased to 33,4% among FPW with professional experience over 30 years. The most dangerous factors of the working environment, according to the FPW, were: toxic products of burning (80,0%), extreme temperature of the working environment (78,6%), work in full combat gear (75,7%) and high physical activity (70,0%). The perception of the danger of contact with toxic substances, smoke in the premises and work in combat gear in FPW with a professional experience of more than 30 years was lower, respectively, by 1,3, 1,7 and 1,3 times, and the negative attitude to the high rate of work was 1,3 times higher compared to FPW with a professional experience of less than 10 years. Firefighters aged 30-39 years pointed out the harmful effects of high humidity, noise and work in a confined space, respectively, 1,6, 1,5 and 1,5 times more often compared with FPW older than 50 years. The main psychosocial hazards in the workplace, according to the interviewed firefighters, were constant combat readiness (88,6%) and emergency situations related to firefighting (70,0%).

Key words: firefighters, working conditions, health status, subjective assessment, questionnaire.

For citation: Bezrukova G.A., Leskovets E.S. Self-assessment of the impact of working conditions on health by operational personnel of the fire service *Occupational health and human ecology*.2023:23-38.

For correspondence: Galina A. Bezrukova, DSc. (Medicine), Chief researcher of the department of occupational health, Saratov Hygiene Medical Research Center e-mail: bezrukovagala@yandex.ru.

Financing: the study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10302>

Введение. Профессиональная деятельность оперативного состава противопожарной службы, ассоциированная с негативным воздействием комплекса химических и физических факторов, повышенной физической нагрузкой, нервно-эмоциональным перенапряжением, сменной работой, нарушающей циркадный ритм, а также режимом «тревожного ожидания»

на протяжении дежурств [1], может потенцировать развитие соматических и/или психических нарушений здоровья с исходом в связанные с работой расстройства метаболизма, болезни системы кровообращения, желудочно-кишечного тракта, костно-мышечной и респираторной системы, новообразования и депрессивные состояния [2].

Сверхвысокая температура окружающей среды, открытое пламя, перепады температуры при ее низких значениях вне зоны пожара, повышенная влажность, высокие уровни шума и локальной вибрации несут опасность общего перегревания организма, теплового шока, ожогов открытых участков тела и нарушений сердечно-сосудистой деятельности [3].

Повышенная запыленность, присутствие в рабочей зоне токсических, раздражающих, канцерогенных, сенсибилизирующих и мутагенных веществ представляют риск острых отравлений и хронических интоксикаций, нарушений респираторного здоровья, новообразований [4].

Физические нагрузки (прокладка рукавных линий, разбор завалов, вынужденные и неудобные позы, наклоны корпуса и тд.) в условиях использования пожарными боевой одежды и средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания повышают опасность формирования заболеваний опорно-двигательного аппарата и болезней системы кровообращения, механического травмирования, в крайних случаях, летального исхода [5].

Несение продолжительных сменных дежурств в режиме повышенной готовности, пожаротушение в условиях дефицита времени и возникновения нештатных ситуаций, осложняющих выполнение боевой задачи, высокая степень ответственности за результат собственной деятельности и безопасность других лиц, травмы и насильственная смерть гражданского населения и сотрудников могут инициировать острый и хронический рабочий стресс, профессиональное выгорание с исходом в депрессивные состояния, а также избыточный риск сердечно-сосудистых заболеваний и фатальных событий [6, 7].

Следует отметить, что в соответствии с Федеральным законом № 426-ФЗ (12 ст., п. 9)⁸, условия труда сотрудников пожарной службы, принимающих непосредственное участие в тушении пожаров, отнесены к категории опасных (класс 4) без соответствующих исследований (испытаний) и измерений факторов рабочей среды. Вследствие этого выявление приоритетных факторов рабочей среды, комплементарных нарушениям здоровья пожарных, сопряжено с законодательно регламентированными ограничениями, связанными с запретом проведения спецоценки условий труда на рабочих местах во время пожаротушения и ликвидации аварийных ситуаций из-за непосредственной угрозы жизни эксперта. В связи с этим возрастает информационная роль самооценки пожарными связанных с работой расстройств физического и психологического характера, отражающей коллективное восприятие индивидами вклада условий труда в состояние здоровья [8].

Целью исследования являлось изучение влияния возраста работников пожарной охраны и стажа работы в профессии на самооценку приоритетности факторов рабочей среды и трудового процесса, воздействующих на состояние здоровья.

⁸ Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 30.12.2020, с изм. от 04.10.2022) «О специальной оценке условий труда». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/6062e02b45d555fc3bff0de7c24946abf5bd1215/ (дата обращения 20.03.2023)

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 70 сотрудников (мужчин) оперативного персонала пожарной охраны № 9 ООО «РН-Пожарная безопасность» (сервисного предприятия нефтегазового холдинга «Роснефть») г.Саратова от 30 до 61 года (в среднем $45,3 \pm 1,1$ года) с профессиональным стажем 5–38 лет (в среднем $18,4 \pm 1,1$ года), работающих в должности начальника караула, помощника начальника караула, командира отделения, пожарного. Для изучения стаже-возрастных аспектов восприятия работниками пожарной охраны (РПО) приоритетности факторов труда, влияющих на здоровье, среди находящихся под наблюдением лиц были выделены три разновозрастные группы (30–39 лет, 40–49 лет, 50–61 год) и четыре группы с разным стажем работы в профессии (до 10 лет, 10–19 лет, 20–29 лет и свыше 30 лет).

Социологическое исследование (анкетирование) было проведено на базе Саратовского медицинского научного центра гигиены с соблюдением этических принципов проведения медицинских исследований, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации 2008 года в рамках расширенного медицинского осмотра. Анкетирование РПО было проведено по специально разработанной анкете, учитывающей специфику работы пожарных, включающей следующие блоки: «Вредные/опасные для здоровья факторы условий труда», «Тяжесть трудового процесса», «Напряженность трудового процесса», «Психосоциальные опасности и риски на рабочем месте». Результаты анкетирования были представлены в относительных величинах – процентной доли выбранных респондентами одинаковых категорий ответов, характеризующих условия труда [9]. Достоверность различий в самооценке условий труда в разновозрастных и разностажевых группах определяли по U-критерию Манна – Уитни; различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$ [10]. При статистической обработке полученных данных было использовано программное обеспечение Microsoft Office-2007 и Statistica 10.

Результаты. В целом, по мнению работников противопожарной службы, принимающих участие в тушении пожаров, наиболее вредными для здоровья факторами рабочей среды и трудового процесса являлись: контакт с токсичными веществами и газами (80,0%), повышенная температура воздуха (78,6%), работа в полном боевом снаряжении с использованием СИЗ органов дыхания (75,7%), а также высокая физическая нагрузка (70,0%). При этом возрастной фактор не имел статистически значимого влияния на восприятие приоритетности факторов труда, оказывающих негативное влияние на состояние здоровья (табл. 1).

Таблица 1

Влияние возрастного фактора на самооценку работниками пожарной охраны вредных для здоровья факторов труда, %

Table 1

The influence of the age factor on the self-assessment of fire protection workers of harmful working factors, %

Факторы условий труда	Возрастные группы			в целом
	30–39 лет (n=23)	40–49 лет (n=20)	50–61 год (n=27)	
	Группа 1В	Группа 2В	Группа 3В	
токсичные вещества и газы	82,6	85,0	74,1	80,0
задымление помещений	65,2	80,0	51,9	64,3
повышенная температура воздуха	73,9	85,0	77,8	78,6
повышенная влажность воздуха	34,8	35,0	22,2*	30,0
повышенный уровень шума	56,5	60,0	37,0*	50,0
физическая нагрузка	69,6	80,0	63,0	70,0
психоэмоциональная нагрузка	47,8	55,0	40,7	47,1
высокий темп работы	52,2	60,0	48,1	52,9
работа в вынужденных позах	39,1	30,0	29,6	32,9
работа в ограниченном пространстве	43,5	35,0	29,6*	35,7
работа в боевом снаряжении	78,3	70,0	77,8	75,7
недостаточная видимость	60,9	60,0	48,1	55,7
напряженный труд	52,2	50,0	51,9	51,4

Примечание: * – статистическая значимость различий относительно первой возрастной группы по U-критерию Манна – Уитни

Note: * - statistical significance of differences in comparison with the first age group to the Mann-Whitney U-test.

Статистически значимые различия в самооценке негативных эффектов рабочей среды РПО разных возрастных групп были установлены только по трем позициям – повышенной влажности воздуха, повышенному уровню шума и работе в ограниченном пространстве, на вредное воздействие которых пожарные 30–39 лет по сравнению с РПО старшей возрастной группы указывали в 1,6, 1,5 и 1,5 раза чаще соответственно. Данное обстоятельство могло быть связано с большим опытом работы в экстремальных условиях пожаротушения работников старше 50 лет.

Сравнительный анализ влияния длительности работы в профессии на самооценку вредности условий труда выявил более выраженное по сравнению с возрастным фактором воздействие профессионального стажа на уровень восприятия опасности для здоровья факторов рабочей среды (табл. 2).

Таблица 2

Влияние производственного стажа на самооценку работниками пожарной охраны вредных для здоровья факторов труда, %

Table 2

The influence of work experience on the self-assessment by fire protection workers of harmful working factors, %

Факторы условий труда	Производственный стаж			
	< 10 лет (n=16)	10-19 лет (n=20)	20-29 лет (n=22)	30-43 года (n=12)
	Группа 1С	Группа 2С	Группа 3С	Группа 4С
токсичные вещества и газы	87,5	80,0	81,8	66,7*
задымление помещений	68,8	75,0	63,6	41,6*
повышенная температура воздуха	81,3	75,0	77,3	83,3
повышенная влажность воздуха	31,3	40,0	31,8	33,3
повышенный уровень шума	56,3	65,0	45,5	50,0
физическая нагрузка	68,8	80,0*	63,6	66,7
психоэмоциональная нагрузка	43,8	60,0*	40,9	50,0
высокий темп работы	50,0	55,0	63,6	66,7*
работа в вынужденных позах	37,5	35,0	31,8	33,3
работа в ограниченном пространстве	43,8	35,0	40,9	50,0
работа в боевом снаряжении	75,0	85,0	68,3	58,3*
недостаточная видимость	62,5	70,0	36,4	41,7
напряженный труд	43,8	65,0*	50,0	41,7

Примечание: * – статистическая значимость различий относительно первой стажевой группы по U-критерию Манна – Уитни

Note: * - statistical significance of differences in comparison with the first experience group to the Mann-Whitney U-test.

Так, самооценка опасности для здоровья таких факторов, как рабочий контакт с токсичными веществами, задымление помещений и работа в боевом снаряжении, у РПО с профстажем свыше 30 лет была статистически значимо ниже в 1,3, 1,7 и 1,3 раза соответственно, а негативное отношение к высокому темпу работы – в 1,3 раза выше по сравнению с пожарными стажевой группы 1С.

Обращал на себя внимание статистически значимый, более высокий уровень негативного восприятия РПО группы 2С физической, психоэмоциональной нагрузки, а также напряженности труда, считающих эти факторы вредными для здоровья в 1,2, 1,4 и 1,5 раза чаще соответственно, чем пожарные, работающие в профессии менее 10 лет.

В целом 50% из числа интервьюированных работников пожарной охраны относили свою профессиональную деятельность по тяжести трудового процесса к разряду средней тяжести, 40,0% – к тяжелому труду, 8,6% – к очень тяжелому труду (табл. 3).

Таблица 3

Влияние возрастного фактора на самооценку работниками пожарной охраны тяжести и напряженности труда, %

Table 3

The influence of the age factor on the self-assessment of fire protection workers of the severity and intensity of work, %

Факторы трудового процесса	Возрастные группы			в целом
	30–39 лет (n=23)	40–49 лет (n=20)	50–61 год (n=27)	
	Группа 1В	Группа 2В	Группа 3В	
тяжесть труда				
легкий	–	–	3,7	1,4
средней тяжести	34,8	55,0	59,3*	50,0
тяжелый	52,2	40,0	29,6*	40,0
очень тяжелый	13,0	5,0*	7,4	8,6
напряженность труда				
легкий	–	–	3,7	1,4
средней степени	21,7	45,0	44,4	37,1
напряженный	47,8	45,0	25,9	38,6
монотонный	4,3	–	3,7	2,9
экстремальный	26,1	10,0*	22,2	20,0
Примечание: * – статистическая значимость различий относительно первой возрастной группы по U-критерию Манна – Уитни				
Note: * - statistical significance of differences in comparison with the first age group to the Mann-Whitney U-test.				

Возрастной фактор оказывал существенное влияние на восприятие РПО тяжести труда. Частота самооценки труда пожарными младшей возрастной группы по градации «очень тяжелый» статистически значимо превышала таковую среди РПО в возрасте 40–49 лет в 2,6 раза. Характеристика труда «тяжелый» встречалась при его самооценке пожарными старшей возрастной группы в 1,8 раза реже по сравнению с РПО моложе 40 лет. При этом большинство работников группы 3В (59,3%) отнесли свою работу к разряду «средней степени тяжести», что статистически значимо превышало распространенность данной градации в ответах пожарных младшей возрастной группы в 1,7 раза.

Что касается напряженности трудового процесса, то как «экстремальный» его воспринимали только 20% интервьюированных пожарных, при равной степени частоты самооценки в градациях «напряженность средней степени» (37,1%) и «напряженный труд» (38,6%). В возрастном аспекте наиболее редко к категории «экстремальной» напряженность труда относили РПО 40–49 лет (табл. 3).

Среди пожарных разных стажевых групп (группы 1С, 2С и 4С) труд в равной степени характеризовался как «средней тяжести» или «тяжелый», только 12,6% работников с

профессиональным стажем менее 10 лет отнесли его к категории «очень тяжелый», что превышало распространенность аналогичного восприятия РПО группы 3С в 2,7 раза (табл. 4).

Таблица 4

Влияние профессионального стажа на самооценку работниками пожарной охраны тяжести и напряженности труда, %

Table 4

The influence of professional experience on self-assessment by fire protection workers of the severity and intensity of work, %

Факторы условий труда	Производственный стаж			
	< 10 лет (n=16)	10-19 лет (n=20)	20-29 лет (n=22)	30-43 года (n=12)
	Группа 1С	Группа 2С	Группа 3С	Группа 4С
тяжесть труда				
легкий	–	5,0	–	–
средней тяжести	43,7	40,0	63,6	50,0
тяжелый	43,7	40,0	31,8	50,0
очень тяжелый	12,6	5,0	4,6*	–
напряженность труда				
легкий	–	–	–	8,2
средней степени	31,2	35,0	50,0	25,0
напряженный	56,2	35,5	31,8	33,4
монотонный	–	5,0	4,5	–
экстремальный	12,6	25,0	13,7	33,4*
Примечание: * – статистическая значимость различий относительно первой стажевой группы по U-критерию Манна – Уитни				
Note: * - statistical significance of differences in comparison with the first experience group to the Mann-Whitney U-test.				

В аспекте производственного стажа пожарные, вошедшие в группу 1С, в большинстве случаев оценивали труд по степени напряженности как «напряженный» (56,2%), при длительности работы в профессии от 20 до 29 лет – «средней степени тяжести» (50,0%). Наиболее часто труд как «экстремальный» воспринимали РПО с профессиональным стажем свыше 30 лет, что превышало распространенность аналогичной оценки среди пожарных группы 1С в 2,7 раза.

Результаты анализа самооценки приоритетности психосоциальных опасностей на рабочем месте показали, что наиболее значимыми рисками здоровью работники пожарной охраны считали постоянную боевую готовность (88,6%) и нештатные ситуации, возникающие при пожаротушении и ликвидации аварийных ситуаций (70,0%). При этом на наличие рабочей перегрузки в основном указывали пожарные 40–49 лет (30%), а на дискомфортные межличностные отношения – РПО старше 50 лет (11,1%) (табл. 5).

Таблица 5

Влияние возрастного фактора на самооценку работниками пожарной охраны психосоциальных опасностей и рисков на рабочем месте, %

Table 5

The influence of the age factor on the self-assessment of fire protection workers of psychosocial hazards and risks in the workplace, %

Психосоциальные опасности и риски	Возрастные группы			в целом
	30–39 лет (n=23)	40–49 лет (n=20)	50–61 год (n=27)	
	Группа 1В	Группа 2В	Группа 3В	
рабочая перегрузка	21,7	30,0	11,1	20,0
нештатные ситуации	73,9	70,0	66,7	70,0
постоянная боевая готовность	95,6	90,0	81,5	88,6
межличностные отношения	4,3	–	11,1	5,7

Примечание: * – статистическая значимость различий относительно первой возрастной группы по U-критерию Манна – Уитни

Note: * - statistical significance of differences in comparison with the first age group to the Mann-Whitney U-test.

В контексте производственного стажа подверженность рабочей перегрузке как фактору риска здоровью оценивалась пожарными с профессиональным стажем от 20 до 29 лет в 5,1 раза чаще, чем среди РПО стажевой группы 1С, а неудовлетворенность межличностными отношениями на рабочем месте – преимущественно пожарными со стажем работы в профессии от 10 до 19 лет (табл. 6).

Таблица 6

Влияние производственного стажа на самооценку работниками пожарной охраны психосоциальных опасностей и рисков на рабочем месте, %

Table 6

The influence of work experience on the self-assessment of psychosocial hazards and risks in the workplace by fire protection workers, %

Психосоциальные опасности и риски	Производственный стаж			
	< 10 лет (n=16)	10-19 лет (n=20)	20-29 лет (n=22)	30-43 года (n=12)
	Группа 1С	Группа 2С	Группа 3С	Группа 4С
рабочая перегрузка	6,2	25,0	31,8*	8,3
нештатные ситуации	62,5	75,0	72,7	66,7
постоянная боевая готовность	75,0	100,0	90,9	83,3
межличностные отношения	–	15,0	–	8,3

Примечание: * – статистическая значимость различий относительно первой стажевой группы по U-критерию Манна – Уитни

Note: * - statistical significance of differences in comparison with the first experience group to the Mann-Whitney U-test.

Обсуждение. Наряду с образом жизни, условия труда признаются мировым экспертным сообществом важнейшими переменными детерминантами общественного здоровья работающего населения [11]. В настоящее время эмпирическая модель самооценки влияния условий труда на общее здоровье в силу статистически значимой корреляции с такими объективными показателями, как заболеваемость [12] и смертность [13], широко используется в наблюдательных эпидемиологических исследованиях [14], особенно в случаях с работниками опасных профессий [1, 3, 8].

Анализ результатов самооценки работниками пожарной охраны приоритетности факторов рабочей среды, негативно влияющих на состояние их здоровья, выявил, что по мере снижения восприятия витальной опасности наиболее вредными, по мнению пожарных, являлись: контакт с токсичными веществами и газами → экстремальная температура рабочей среды → работа в полном боевом снаряжении с использованием СИЗ органов дыхания → высокая физическая нагрузка.

Субъективное восприятие воздушной среды, содержащей продукты горения, в качестве детерминирующего профессионального фактора риска здоровью совпадало с результатами отечественных и зарубежных исследований, выявивших в зоне задымления разнообразные по химической структуре и токсичности соединения, спектр которых определялся, в первую очередь, видом горящего материала (оксиды серы, азота, углерода, углеводороды различных классов, хлористый водород, альдегиды, спирты, полиароматические соединения, бензол и его гомологи, соли тяжелых металлов и др.) [15], способные вызывать разнообразные нарушения здоровья (острые и хронические отравления, респираторные и сердечно-сосудистые заболевания, новообразования) [3, 16]. Так, С.В. Руковишниковым с соавторами было показано, что в 100% случаев содержание в зоне задымления формальдегида (раздражающее, мутагенное, канцерогенное, аллергенное и остронаправленное действие) и оксида углерода (остронаправленное действие) превышают их предельно допустимые концентрации в среднем в 117,6 и 62,3 раза соответственно, что с учетом эффекта суммации других токсикантов, присутствующих в воздухе рабочей зоны (диоксид азота, бензол, толуол и др.), позволяет классифицировать условия труда РПО по химическому фактору от опасных до экстремальных [17]. Причем, несмотря на использование средств индивидуальной защиты, присутствие в выбросах дыма от пожаров полициклических ароматических углеводородов достоверно повышает риск развития у пожарных онкологических заболеваний, в первую очередь рака кожи [18].

Работа в условиях экстремальных термических воздействий, по мнению интервьюированных РПО, являлась второй по значимости угрозой здоровью при тушении пожаров. Эта самооценка риска согласуется с результатами исследования функционального состояния пожарных при имитации активного пожаротушения в процессе боевой подготовки, выявившими развитие аритмий или изменений на ЭКГ, типичных для ишемии миокарда, сохраняющихся в течение 12 часов после проведения учений [19]. Возникающие во время тушения пожара гипертермия и обезвоживание, усугубляющиеся работой в боевом снаряжении и повышенной физической нагрузкой, в совокупности с воздействием продуктов горения и нервно-эмоциональным перенапряжением способны стимулировать аритмогенные эффекты симпатической нервной системы, выступающие в роли триггеров внезапной

сердечной смерти, особенно в случаях латентного течения ишемической болезни сердца и системной гипертензии [20].

В зависимости от стажа работы в профессии пожарные по-разному оценивали потенциальный риск факторов рабочей среды. Так, для РПО с профессиональным стажем свыше 30 лет приоритетным фактором являлась повышенная температура воздуха в зоне тушения пожара, затем следовали токсичные вещества и газы, физическая нагрузка и высокий темп работы, представлявшие, по мнению респондентов данной стажевой группы, равнозначную опасность здоровью.

По категории тяжести труда большинство пожарных относили свою профессиональную деятельность к разряду «средней тяжести», по напряженности – к «напряженному труду»; экстремальными условия труда считали 20% интервьюированных. В то же время пожарные со стажем свыше 30 лет идентифицировали условия труда как экстремальные в 33,4% случаев, что могло быть связано с большим опытом участия в нештатных ситуациях, сопровождавшихся травмированием и гибелью РПО и гражданских лиц, особенно детей [2].

Наряду с химическими, термическими и эргономическими факторами, психосоциальные риски здоровью являются неотъемлемой составляющей трудовой деятельности боевых расчетов пожарной охраны [2, 3]. Вне зависимости от возраста и длительности профессионального стажа к наиболее значимым психоэмоциональным нагрузкам на рабочем месте интервьюированные РПО относили постоянную боевую готовность во время несения дежурств и нештатные ситуации, возникающие при пожаротушении и ликвидации аварийных ситуаций.

Психосоциальная нагрузка в период несения дежурства в условиях пожарной части сопряжена не только с нервно-эмоциональным напряжением, обусловленным режимом тревожного ожидания, но и экстренным реагированием на вызов по тревоге, а также сменной работой (24-часовые смены), приводящей к развитию экзогенного десинхроноза [21]. В настоящее время на примере эпидемиологических исследований состояния здоровья разных профессиональных групп показано, что нарушение циркадианных ритмов вследствие сменного графика работы потенцирует формирование хронического рабочего стресса и ассоциированных с ним хронических неинфекционных заболеваний (болезней системы кровообращения, сахарного диабета 2 типа, ожирения, метаболического синдрома), депрессивных состояний и отдельных форм злокачественных новообразований [22].

Несмотря на то что на тушение пожаров приходится от 1 до 3% годового рабочего времени, наибольшее количество случаев внезапной сердечной смерти американских пожарных (33%), по данным D.L. Smith с соавторами, происходило непосредственно в ходе пожаротушения и превышало таковую по сравнению с периодом несения боевых дежурств на базе в 112 раз [23]. Кроме того, сопровождающий пожаротушение острый психосоциальный стресс, ассоциированный с повышенным витальным риском (возникновение нештатных ситуаций, осложняющих выполнение боевой задачи; травмы и насильственная смерть гражданского населения и РПО), дополнительно может привести к развитию ряда психологических расстройств, в том числе депрессий и посттравматического синдрома [24]. При этом характер межличностных отношений на рабочем месте и социальная поддержка играют важную роль в обеспечении боеготовности при пожаротушении и общей стрессоустойчивости РПО [21, 25]. В нашем исследовании на

межличностные конфликты с сотрудниками в качестве потенциальной опасности, связанной с выполнением профессиональной деятельности, указало лишь 5,7% респондентов, преимущественно старшей возрастной группы, что могло свидетельствовать об преимущественно удовлетворительных взаимоотношениях между оперативным персоналом данной пожарной части.

Таким образом, анализ полученных результатов показал комплементарность самооценки интервьюированными работниками противопожарной службы приоритетности факторов рабочей среды и трудового процесса, воздействующих на состояние здоровья, данным модельно-имитационных и натуральных исследований условий труда пожарных, что указывало на прагматичность восприятия витальных опасностей на рабочем месте и высокую информированность о профессиональных рисках здоровью.

Выводы:

1. По категориям тяжести и напряженности труда большинство интервьюированных пожарных относили свою профессиональную деятельность к напряженному труду (50%) средней тяжести (38,6%). В целом экстремальными условия труда считали 20% респондентов, среди работников пожарной охраны с производственным стажем свыше 30 лет их доля возрастала до 33,4%.
2. Наиболее опасными факторами рабочей среды для РПО по мере снижения восприятия витальной угрозы являлись: токсичные продукты горения (80%), экстремальная температура рабочей среды (78,6%), работа в полном боевом снаряжении с использованием СИЗ органов дыхания (75,7%) и высокая физическая нагрузка (70,0%).
3. В стажевом аспекте восприятие опасности контакта с токсичными веществами, задымления помещений и работы в боевом снаряжении у пожарных, занятых в профессии свыше 30 лет, была статистически значимо ниже, в 1,3, 1,7 и 1,3 раза соответственно, а негативное отношение к высокому темпу работы – в 1,3 раза выше по сравнению с РПО с профстажем менее 10 лет.
4. В возрастном аспекте установлены статистически значимые различия в самооценке негативных эффектов повышенной влажности воздуха, повышенного уровня шума и работы в ограниченном пространстве, на вредное воздействие которых пожарные 30–39 лет указывали в 1,6, 1,5 и 1,5 раза соответственно чаще, чем РПО старше 50 лет.
5. Вне зависимости от возрастного фактора основными психосоциальными опасностями на рабочем месте, по мнению интервьюированных пожарных, являлись постоянная боевая готовность (88,6%) и связанные с пожаротушением нештатные ситуации (70,0%). При этом рабочая перегрузка как фактор риска здоровью воспринималась РПО с профстажем от 20 до 29 лет в 5,1 раза чаще по сравнению с пожарными, занятыми в профессии менее 10 лет.

Список литературы:

1. Cuenca-Lozano MF, Ramírez-García CO. Occupational hazards in firefighting: systematic literature review. *Saf. Health Work*. 2023; 14(1): 1-9. DOI: [10.1016/j.shaw.2023.01.005](https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.01.005)
2. Rajabi F., Molaeifar H., Jahangiri M., Taheri S., Banaee S., Farhadi P. Occupational stressors among firefighters: application of multi-criteria decision making (MCDM) Techniques. *Heliyon*. 2020; 6(4): e03820. DOI: [10.1016/j.heliyon.2020.e03820](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03820).

3. Мешков Н.А., Бухтияров И.В., Вальцева Е.А. Оценка факторов риска профессиональной деятельности и состояние здоровья сотрудников противопожарной службы. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(10): 658-673. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-10-658-673.
4. Шафран Л.М., Нехорошкова Ю.В. Комплексная гигиеническая оценка условий труда и трудового процесса пожарных-спасателей. *Гигиена и санитария*. 2015; 94 (1): 77-82.
5. Ras J., Smith D.L., Kengne A.P., Soteriades E.E., Leach L. Cardiovascular Disease Risk Factors, Musculoskeletal Health, Physical Fitness, and Occupational Performance in Firefighters: A Narrative Review. *J. Environ Public. Health*. 2022; 2022: 7346408. DOI: 10.1155/2022/7346408.
6. Moffatt S.M., Stewart D.F., Jack K., Dudar M.D., Bode E.D., Mathias K.C., et al. Cardiometabolic health among United States firefighters by age. *Prev. Med. Rep.* 2021; 23: 101492. DOI: 10.1016/j.pmedr.2021.101492.
7. Soteriades E.S., Vogazianos P., Tozzi F., Antoniadis A., Economidou E.C., Psalta L., et al. Exercise and Occupational Stress among Firefighters. *Int. J. Environ Res. Public. Health*. 2022; 19(9): 4986. DOI: 10.3390/ijerph19094986.
8. Lenderink A.F., Zoer I., van der Molen H.F., Spreeuwiers D., Frings-Dresen M.H., van Dijk F.J. Review on the validity of self-report to assess work-related diseases. *Int. Arch. Occup. Environ Health*. 2012; 85 (3): 229-251. DOI: 10.1007/s00420-011-0662-3.
9. Горшков М.К., Шереги Ф.Э. Прикладная социология: методология и методы. М.: Институт социологии РАН, 2012: 404.
10. Бондарева Е.В., Стеценко Н.В. Статистическая обработка малых выборок в адаптивной физической культуре с использованием критерия Манна – Уитни. *Математическая физика и компьютер. Моделирование*. 2017; 20(4): 39-42. DOI: 10.15688/mpcm.jvolsu.2017.4.4.
11. GBD 2017. Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018; 392(10159): 1923-1994. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32225-6.
12. Davis J., Lim E., Taira D.A., Chen J. Relation of incident chronic disease with changes in muscle function, mobility, and self-reported health: Results from the Health and Retirement Study. *PLOS Globe Public Health*. 2022; 2 (9): e0000283. DOI: 10.1371/journal.pgph.0000283.
13. Назарова И.Б. Мониторинг состояния здоровья населения и факторов риска (к методологии изучения здоровья). *Вестник РУДН. Серия: социология*. 2022; 22 (3), 616–629. DOI: 10.22363/2313-2272-2022-22-3-616-629.
14. Nappo N. Is there an association between working conditions and health? An analysis of the Sixth European Working Conditions Survey data. *PLoS One*. 2019; 14(2): e0211294. DOI: 10.1371/journal.pone.0211294.
15. Чепрасов С.А. Вредные вещества, поступающие в атмосферу при пожарах. *Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций*. 2016; 7(1): 360-363.

16. Cuenca-Lozano M.F., Ramírez-García C.O. Occupational Hazards in Firefighting: Systematic Literature Review. *Saf. Health Work.* 2023; 14(1): 1-9. DOI: 10.1016/j.shaw.2023.01.005.
17. Рукавишников В.С., Колычева И.В., Лахман О.Л. Современные аспекты сохранения и укрепления здоровья пожарных. *Гигиена и санитария.* 2016; 95(12): 1175-1179. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1175-1179>.
18. Caban-Martinez A.J., Hughes J., Bator C. A Total Worker Health Approach to Skin Exposure Assessment: Experiences from the Firefighter Cancer Initiative. *Ann. Work Expo Health.* 2021; 65 (2): 143-147. DOI: 10.1093/annweh /wxaa066.
19. Smith D.L., Horn G.P., Fernhall B., Kesler R.M., Fent K.W., et al. Electrocardiographic Responses Following Live-Fire Firefighting Drills. *J. Occup. Environ Med.* 2019; 61 (12): 1030-1035. DOI: 10.1097 /JOM.0000000000001730.
20. Farioli A., Yang J., Teehan D., Baur D.M., Smith D.L., Kales S.N. Duty-related risk of sudden cardiac death among young US firefighters. *Occup. Med.* 2014; 64(6): 428-435. DOI: 10.1093/occmed/kqu102.
21. Kales S.N., Soteriades E.S., Christophi C.A., Christiani D.C. Emergency duties and deaths from heart disease among firefighters in the United States. *New Engl. J. Med.* 2007; 356(12): 1207-1215. DOI: 10.1056/NEJMoa060357.
22. Бухтияров И.В., Рубцов М.Ю., Юшкова О.И. Профессиональный стресс в результате сменного труда как фактор риска нарушения здоровья работников. *Анализ риска здоровью.* 2016; 3: 110–121. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.12.
23. Smith D.L., Haller J.M., Korre M., Sampani K., Porto L.G.G., Fehling P.C., et al. The Relation of Emergency Duties to Cardiac Death Among US Firefighters. *Am. J. Cardiol.* 2019; 123(5): 736-741. DOI: 10.1016/j.amjcard.2018.11.049.
24. Henson C., Truchot D., Canevello A. PTSD and PTG in French and American Firefighters: A Comparative Study. *Int. J. Environ Res. Public Health.* 2022; 19(19): 11973. DOI: 10.3390/ijerph191911973.
25. Edgelow M, Scholefield E, McPherson M, Legassick K, Novacosky J. Organizational Factors and Their Impact on Mental Health in Public Safety Organizations. *Int. J. Environ Res. Public Health.* 2022; 19(21): 13993. DOI: 10.3390/ijerph192113993.

References:

1. Cuenca-Lozano MF, Ramírez-García CO. Occupational hazards in firefighting: systematic literature review. *Saf. Health Work.* 2023; 14(1): 1-9. DOI: [10.1016/j.shaw.2023.01.005](https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.01.005)
2. Rajabi F., Molaeifar H., Jahangiri M., Taheri S., Banaee S., Farhadi P. Occupational stressors among firefighters: application of multi-criteria decision making (MCDM) Techniques. *Heliyon.* 2020; 6(4): e03820. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e03820.
3. Meshkov N.A., Bukhtiyarov I.V., Valtseva E.A. *Otsenka faktorov riska professional'noy deyatel'nosti i sostoyanie zdorov'ya sotrudnikov protivopozharnoy sluzhby.* [Occupational risk factors and physical condition of firefighters]. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya.* [Occupational Health and Industrial Ecology]. 2020; 60(10): 658-673. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-10-658-673 (In Russ)

4. Shafran L.M., Nekhoroshkova Yu.V. *Kompleksnaya gigenicheskaya otsenka usloviy truda i trudovogo protsessa pozharnyh-spasateley*. [Hygienic evaluation of working conditions and working process of fire rescue employees. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2015; 94 (1): 77-82 (In Russ)
5. Ras J., Smith D.L., Kengne A.P., Soteriades E.E., Leach L. Cardiovascular Disease Risk Factors, Musculoskeletal Health, Physical Fitness, and Occupational Performance in Firefighters: A Narrative Review. *J. Environ Public. Health*. 2022; 2022: 7346408. DOI: 10.1155/2022/7346408.
6. Moffatt S.M., Stewart D.F., Jack K., Dudar M.D., Bode E.D., Mathias K.C., et al. Cardiometabolic health among United States firefighters by age. *Prev. Med. Rep.* 2021; 23: 101492. DOI: 10.1016/j.pmedr.2021.101492.
7. Soteriades E.S., Vogazianos P., Tozzi F., Antoniadou A., Economidou E.C., Psalta L., et al. Exercise and Occupational Stress among Firefighters. *Int. J. Environ Res. Public. Health*. 2022; 19(9): 4986. DOI: 10.3390/ijerph19094986.
8. Lenderink A.F., Zoer I., van der Molen H.F., Spreeuwiers D., Frings-Dresen M.H., van Dijk F.J. Review on the validity of self-report to assess work-related diseases. *Int. Arch. Occup. Environ Health*. 2012; 85 (3): 229-251. DOI: 10.1007/s00420-011-0662-3.
9. Gorshkov M.K., Sheregi F.E. *Prikladnaya sociologiya: metodologiya i metody*. [Applied Sociology: methodology and methods]. [Institut sotsiologii RAN]. [M. RAS Institute of Sociology]. 2012: 404. (In Russ)
10. Bondareva E.V., Stetsenko N.V. *Statisticheskaya obrabotka malyh vyborok v adaptivnoy fizicheskoy kul'ture s ispol'zovaniem kriteriya Manna – Yitnu*. [Statistical processing of small samples in adapted physical education using Mann – Whitney U test. *Matematicheskaya fizika i komp'yuter. Modelirovanie*. [Mathematical physics and computer. Modeling]. 2017; 20 (4): 39-42. DOI: 10.15688/mpcm.jvolsu.2017.4.4. (In Russ)
11. GBD 2017. Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018; 392(10159): 1923-1994. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32225-6.
12. Davis J., Lim E., Taira D.A., Chen J. Relation of incident chronic disease with changes in muscle function, mobility, and self-reported health: Results from the Health and Retirement Study. *PLOS Globe Public Health*. 2022; 2 (9): e0000283. DOI: 10.1371/journal.pgph.0000283.
13. Nazarova I.B. *Monitoring sostoyaniya zdorov'ya naseleniya i faktorov riska (k metodologii izucheniya zdorov'ya)*. [Monitoring of the health status of the population and risk factors (to the methodology of health study)]. *Vestnik RUDN. Seriya: sociologiya*. [RUDN Journal of Sociology]. 2022; 22 (3), 616–629. DOI: 10.22363/2313-2272-2022-22-3-616-629 (In Russ)
14. Nappo N. Is there an association between working conditions and health? An analysis of the Sixth European Working Conditions Survey data. *PLoS One*. 2019; 14(2): e0211294. DOI: 10.1371/journal.pone.0211294.
15. Cheprasov S.A. *Vrednye vetschestva postupayutschie v atmosferu pri pozharah. Sovremennye tehnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidatsii posledstviy chrezvychaynyh*

- situatsiy*. [Harmful substances entering the atmosphere during fires. *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidacii* [Modern technologies for civil defense and emergency response]. 2016; 7(1): 360-363. (In Russ)
16. Cuenca-Lozano M.F., Ramírez-García C.O. Occupational Hazards in Firefighting: Systematic Literature Review. *Saf. Health Work*. 2023; 14(1): 1-9. DOI: 10.1016/j.shaw.2023.01.005.
 17. Rukavishnikov V.S., Kolycheva I.V., Lakhman O.L. Sovremennye aspekty sohraneniya i ukrepleniya zdorov'ya pozharnyh. Modern aspects of the conservation and promotion of health of firefighters. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and Sanitation]. 2016; 95(12): 1175-1179. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1175-1179> (In Russ)
 18. Caban-Martinez A.J., Hughes J., Bator C. A Total Worker Health Approach to Skin Exposure Assessment: Experiences from the Firefighter Cancer Initiative. *Ann. Work Expo Health*. 2021; 65 (2): 143-147. DOI: 10.1093/annweh/wxaa066.
 19. Smith D.L., Horn G.P., Fernhall B., Kesler R.M., Fent K.W., et al. Electrocardiographic Responses Following Live-Fire Firefighting Drills. *J. Occup. Environ Med*. 2019; 61 (12): 1030-1035. DOI: 10.1097/JOM.0000000000001730.
 20. Farioli A., Yang J., Teehan D., Baur D.M., Smith D.L., Kales S.N. Duty-related risk of sudden cardiac death among young US firefighters. *Occup. Med*. 2014; 64(6): 428-435. DOI: 10.1093/occmed/kqu102.
 21. Kales S.N., Soteriades E.S., Christophi C.A., Christiani D.C. Emergency duties and deaths from heart disease among firefighters in the United States. *New Engl. J. Med*. 2007; 356(12): 1207-1215. DOI: 10.1056/NEJMoa060357.
 22. Bukhtiyarov I.V., Rubtsov M.Yu., Yushkova O.I. *Professional'ny stress v rezul'tate smennogo truda kak faktor riska narusheniya zdorov'ya rabotnikov*. [Occupational stress as a result shift system of work as a risk factor for health problems of workers]. *Analiz riska zdorov'yu*. [Health Risk Analysis]. 2016; 3: 110–121. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.12.eng. (In Russ)
 23. Smith D.L., Haller J.M., Korre M., Sampani K., Porto L.G.G., Fehling P.C., et al. The Relation of Emergency Duties to Cardiac Death Among US Firefighters. *Am. J. Cardiol*. 2019; 123(5): 736-741. DOI: 10.1016/j.amjcard.2018.11.049.
 24. Henson C., Truchot D., Canevello A. PTSD and PTG in French and American Firefighters: A Comparative Study. *Int. J. Environ Res. Public Health*. 2022; 19(19): 11973. DOI: 10.3390/ijerph191911973.
 25. Edgelow M, Scholefield E, McPherson M, Legassick K, Novacosky J. Organizational Factors and Their Impact on Mental Health in Public Safety Organizations. *Int. J. Environ Res. Public Health*. 2022; 19(21): 13993. DOI: 10.3390/ijerph192113993.

Поступила/Received: 12.04.2023

Принята в печать/Accepted: 23.06.2023

УДК 613.6:614.2:636

САМООЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИЦ

ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ДАННЫМ ИНТЕРВЬЮИРОВАНИЯ

Гайнуллина М.К.¹, Сафин В.Ф.², Сафина Г.Р.², Каримова Ф.Ф.¹, Миронова Г.Р., Хафизова А.С.¹

¹ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

²ФГБОУВО «Башкирский государственный медицинский университет Минздрава РФ», Уфа, Россия

Аннотация. Физическое состояние организма и любые изменения в нем, прежде всего, ощущаются субъективно. Интервьюирование может способствовать выявлению не только функциональных отклонений органов и систем человека, но и хронических заболеваний и являться определенным показателем «общественного здоровья».

Целью исследования является оценка состояния здоровья женщин-животноводов по данным интервьюирования.

Материалы и методы исследований. Интервьюирование по самооценке состояния здоровья женщин-работниц проводилось на свиноводческом комплексе. Респонденты по характеру выполняемой работы были распределены на 2 группы: 1 (основная), которая была представлена 196 женщинами-работницами по уходу за животными, и 2 (группа сравнения), состоящая из 115 работниц, не контактирующих с вредными производственными факторами.

Результаты. Данные, полученные в процессе интервьюирования, показали, что женщины-работницы свиноводческого комплекса страдали многими хроническими неинфекционными заболеваниями, в основной группе работниц преобладали болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани. Респонденты в 87,3% случаев связали ухудшение состояния здоровья с вредными условиями труда на свиноводческом комплексе.

В 45,9% случаях в основной группе работницы не обращались в медицинские организации при обострении имеющихся у них хронических неинфекционных заболеваний из-за страха потерять работу.

Выявлено, что у 46,4% респондентов основной группы питание было недостаточным и несбалансированным по содержанию основных пищевых компонентов в рационе, что в определенной степени могло быть фактором риска нарушений их здоровья.

Выводы. 1. Интервьюирование женщин-работниц свиноводческого комплекса позволило выявить у них наличие до пяти заболеваний. 2. Отмечено преобладание болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани в основной группе работниц, работающих во вредных условиях труда. 3. При обострении заболеваний, работницы не обращались в медицинские учреждения из-за страха потерять работу. 4. У 46,4% работниц свиноводческого комплекса выявлено недостаточное и несбалансированное по содержанию основных пищевых компонентов питание. 5. Необходимы дальнейшие исследования, в которых целесообразно корректировать субъективные значения самооценки здоровья с результатами объективного обследования женщин-работниц животноводческого комплекса для разработки комплекса мероприятий гигиенической и медико-профилактической направленности.

Ключевые слова: свиноводческий комплекс, работницы, самооценка состояния здоровья.

Для цитирования: Гайнуллина М.К., Сафин В.Ф., Сафина Г.Р., Каримова Ф.Ф., Миронова Г.Р., Хафизова А.С. Самооценка состояния здоровья работниц животноводческого комплекса по данным интервьюирования. Медицина труда и экология человека. 2023:39-49.

Для корреспонденции: Гайнуллина Махмуза Калимовна, докт. мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Россия, Республика Башкортостан, Уфа, ул. Кувыкина, д. 94; E-mail: gainullinatk@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10303>

SELF-ASSESSMENT OF THE HEALTH STATUS OF LIVESTOCK COMPLEX FEMALE WORKERS ACCORDING TO INTERVIEW-BASED DATA

Gainullina M.K.¹, Safin V.F.², Safina G.R.², Karimova F.F.¹, Mironova G.R.¹, Khafizova A.S.¹

¹Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

²Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa, Russia

Abstract. *The body physical condition, and any changes in it, first of all, are felt subjectively. Interviewing can help identify not only dysfunctions of human organs and systems, but also chronic diseases and be a certain indicator of "public health".*

The purpose of the study is to assess, according to interviewing data, the health status of female livestock breeders.

Materials and methods. Interviews on self-assessment of the health status of female workers were conducted at the pig breeding complex. According to the nature of the work performed, the respondents were divided into 2 groups: 1 (main), which was represented by 196 female animal care workers and 2 (comparison group), consisting of 115 workers who were not exposed to harmful occupational factors.

Results. The data obtained during the interview showed that female workers of the pig breeding complex suffered from many chronic non-communicable diseases, the predominant of which were diseases of the musculoskeletal system and connective tissue in the main group of workers. Respondents in 87.3% of cases associated the deterioration of health with harmful working conditions at the pig breeding complex.

In 45.9% of cases of the main group, female workers did not refer to medical organizations when their chronic non-communicable diseases worsened due to fear of losing their jobs.

It was revealed that 46.4% of the respondents in the main group had insufficient and unbalanced nutrition in terms of the content of the main food components in the diet, which could be, to a certain extent, risk factors for their health disorders.

Conclusions. 1. Interviewing female workers of the pig breeding complex allowed to identify up to five diseases in them. 2. The prevalence of diseases of the musculoskeletal system and connective tissue was noted in the main group of female workers working in harmful work environment. 3.

When diseases worsened, female workers did not refer to medical institutions due to fear of losing their jobs. 4. 46.4% of the workers of the pig breeding complex revealed insufficient and unbalanced nutrition in terms of the content of the main food components. 5. Further studies are needed in which it is advisable to adjust the subjective values of self-assessment of health with the results of an objective examination of female workers of the livestock complex for the development of a set of measures of hygienic and medical-preventive orientation.

Keywords: *pig breeding complex, female workers, self-assessment of health status.*

For citation: *Gainullina M.K., Safin V.F., Safina G.R., Karimova F.F., Mironova G.R., Khafizova A.S. Self-assessment of the health status of livestock complex female workers according to interview-based data. Occupational Health and Human Ecology, 2023:39-49.*

For correspondence: *Makhmuza K. Gainullina, DSc (Medicine), professor, Chief researcher at the Department of Occupational Health, Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: gainullinamk@mail.ru*

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

Financing. *The study had no financial support.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10303>

Введение. Сельское хозяйство обеспечивает одну из важнейших задач в нашей стране - продовольственную безопасность страны. Перед государством стоит задача поднятия уровня системы социальной защиты, социального благополучия населения сельской местности до уровня городского [1,2,3]. Важным аспектом в этой парадигме является охрана здоровья работающих в сельском хозяйстве.

Статья №2 Федерального закона №323-ФЗ гласит: «Здоровье - состояние физического, психического и социального благополучия человека, при котором отсутствуют заболевания, а также расстройства функций органов и систем организма» и дополнена понятиями социальная и экономическая продуктивность индивида⁹.

Здоровье включает в себя компоненты социального благополучия. Социальное благополучие обуславливает жизненно важные интересы человека. Это - интегральный показатель, отражающий функционирование социальной сферы, качество жизни населения, личную и общественную безопасность, право на труд, охрану здоровья, обеспечение медицинским наблюдением, наличие медицинских организаций, рациональное и сбалансированное питание, благоприятные производственные и экологические условия, достойное жилье, возможности воспитания и обучения детей в дошкольных учреждениях, в школах, свободу творчества и др. [1,4, 5,6,7,8,9].

В большинстве случаев на бытовом уровне здоровье респондентами понимается как отсутствие заболеваний, что определено в статье 2, п.16 ФЗ №323 как: «...заболевание, возникающее в связи с воздействием патогенных факторов, нарушение деятельности организма, работоспособности, способности адаптироваться к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды при одновременном изменении защитно-компенсаторных и защитно-приспособительных реакций и механизмов организма»¹. Более широкое понимание респондентами термина «здоровье» зависит от уровня их знаний, менталитета, личных убеждений, традиций, ценностей и др.

⁹ Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ.

Физическое состояние организма, запас сил, любые изменения в нем, прежде всего, ощущаются субъективно. Интервьюирование может способствовать выявлению не только функциональных отклонений органов и систем человека, но и хронических заболеваний и являться определенным показателем «общественного здоровья». Поэтому субъективная оценка здоровья часто является предметом анализа в социально-гигиенических исследованиях [10].

Целью исследования является оценка состояния здоровья женщин-животноводов по данным интервьюирования.

Материалы и методы исследований. Респондентами были 311 женщин-работниц, которые трудились на крупном сельскохозяйственном предприятии - свиноводческом комплексе. На комплексе осуществлялось воспроизводство, выращивание и откорм до 54 тысяч голов свиней. Интервьюирование женщин-работниц по самооценке состояния здоровья проводилось по разработанной нами анкете. От каждой работницы были получены информированные согласия на проведение опроса. Анкета включала 29 вопросов, касающихся наличия тех или иных заболеваний у работниц, обращений по их поводу в медицинские учреждения, знаний об условиях труда на производстве, питания и др.

Респондентов распределили на 2 группы: 1 (основная группа) была представлена 196 женщинами-операторами по уходу за животными, ветеринарными врачами и фельдшерами; 2 (группа сравнения) состояла из 115 работниц, не контактирующих с вредными производственными факторами свиноводческого комплекса (бухгалтер, экономист, вахтер, лаборант).

Статистическую обработку проводили методом прямой стандартизации, позволившим получить показатель, используемый для сравнения в двух совокупностях: состояние здоровья женщин-работниц свиноводческого комплекса и группы сравнения по данным самооценки [11].

Полученные данные и их обсуждение. По результатам ранее проведенных исследований [12,13,14] установлено, что женщины-работницы свиноводческого комплекса подвергались воздействию вредных химических веществ, производственной пыли, микробному обсеменению рабочей среды условно-патогенными микроорганизмами, на отдельных участках – воздействию производственного шума выше допустимого уровня. В большинстве рабочих мест у женщин-работниц превалировала тяжесть труда. Общая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса современного свиноводческого комплекса, согласно Р.2.2.2006-05¹⁰, соответствовала первой степени 3-го класса условий труда.

Проведенный опрос женщин-работниц свиноводческого комплекса по самооценке своего здоровья показал некоторые тенденции, связанные с отношением к своему состоянию здоровья, условиям труда, питанию и др.

На момент интервьюирования свое здоровье как «хорошее» оценили 12,7% женщин-работниц, как «удовлетворительное» - 72,3%, как «плохое» - 14,8%. Но при этом из числа заболевших лиц не прибегнули к медицинской помощи 45,9% респондентов. Из них в 30,6% случаях работницы назвали причину «страх потерять работу»; в 20,9% - «финансовые

¹⁰ Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство. Р.2.2.2006-05.-М.: Роспотребнадзор, 2005:137.

затруднения»; в 26,1% - «невозможность оставить без присмотра домашнее хозяйство (огород, пчел, скотину и др.)»; в 19,9% случаях работницы «предпочитали лечиться дома самостоятельно по ранее выданным врачом рекомендациям» и еще в 3% - прочие причины.

По данным опроса, у женщин-работниц свиноводческого комплекса выявлено наличие до пяти хронических неинфекционных заболеваний. Весомость жалоб на состояние здоровья у респондентов разных профессиональных групп была различна. Мы проанализировали отдельные заболевания интервьюированных женщин-работниц. Эти данные отражены в таблице 1.

Таблица 1

Частота основных хронических неинфекционных заболеваний женщин-работниц свиноводческого комплекса, по данным интервьюирования (% ± m)

Table 1

The frequency of the main chronic non-communicable diseases of female workers of the pig breeding complex, according to interviews (% ± m)

Профессиональные группы				Ранго вые места
1 группа (196 чел.)		2 группа (115 чел.)		
Заболевания				
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	48,2 ± 3,58*	Болезни системы кровообращения	45,2 ± 4,64	1
Болезни органов пищеварения	39,0 ± 3,49	Болезни органов пищеварения	43,4 ± 4,62	2
Гинекологические заболевания	34,9 ± 3,41	Болезни центральной и периферической нервной системы	40,0 ± 4,56	3
Болезни системы кровообращения	33,8 ± 3,39*	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	36,5 ± 4,49	4
Болезни органов дыхания	25,6 ± 3,13*	Гинекологические заболевания	26,1 ± 4,1	5
Болезни центральной и периферической нервной системы	24,1 ± 3,06*	Болезни органов дыхания	13,9 ± 3,2	6

Примечание: * - достоверность различий между 1 и 2 группой, $p < 0,05$

Note: * - significance of differences between groups 1 and 2, $p < 0,05$

Как видно из материалов, представленных в таблице, опрос показал наличие у женщин-работниц свиноводческого комплекса многих хронических неинфекционных заболеваний, в структуре которых 1-е место занимали болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани у женщин 1 группы, болезни системы кровообращения у работниц 2 группы; 2-е место - болезни органов пищеварения как у женщин-работниц 1, так и 2 группы; 3-е место - гинекологические заболевания у женщин-работниц 1 группы, болезни центральной и периферической нервной системы у женщин 2 группы и т.д.

Кроме того, при опросе женщины-работницы отметили наличие у них хронических заболеваний верхних дыхательных путей, горла и носа в 19,1% случаев в 1 группе против 17,4% во 2 группе; болезни крови соответственно в 10,8 и 8,7%; метаболический синдром – в 7,7 и 9,6%; микозы – в 7,7 и 5,2% случаев.

Согласно Трудовому кодексу, работодатель обязан обеспечить безопасность и условия труда, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда.

По данным опроса, при поступлении на работу все работницы были проинформированы о существующих вредных производственных факторах, риске нарушений здоровья на свиноводческом комплексе.

Из 92% женщин-работниц посчитавших, что труд на свиноводческом комплексе неблагоприятный и представляет угрозу для их здоровья, приоритетным вредодействующим фактором на производстве назвали пыль в сочетании с микробным загрязнением в 38,8% случаях, производственный шум - 36,2%, химическое загрязнение рабочих помещений - 28%, наличие опасности травматизма - 20,4%, тяжесть труда - 18,2%, несоблюдение температурного режима в рабочих помещениях - 17,3%.

При опросе выяснено, что 87,3% респондентов связали ухудшение состояния здоровья с вредными производственными факторами на свиноводческом комплексе.

Состояние здоровья человека зависит во многом от особенностей и характера питания [4,6,8,15,16]. Из ответов респондентов стало известно, что больше 50% общего семейного бюджета на питание тратят $47,9 \pm 3,6\%$ женщин-работниц 1 группы и $34,8 \pm 4,4\%$ - 2 группы; меньше 50% соответственно 52,1 и 65,2%.

По данным опроса, 53,6% респондентов 1 группы и 58,2% 2 группы отметили, что в их рационе питания в достаточном количестве имеются белки, жиры, углеводы, витамины, минералы, полиненасыщенные жирные кислоты и др. Поэтому они полагали, что питание у них достаточное и сбалансированное по пищевым компонентам. При этом 46,4% респондентов 1 группы и 41,8% 2 группы отметили недостаточное содержание в пищевом рационе грубой клетчатки, овощей, фруктов, которые являются источниками витаминов и минеральных веществ, а также преобладание в рационе питания картофеля, хлебобулочных, макаронных и крупяных изделий.

Респонденты, зная, что их здоровье тесно связано с особенностями и характером питания, дальнейшее его улучшение видели в обеспечении рационального, сбалансированного, полноценного питания (42,3%), употреблении большего количества овощей и фруктов (28,6%), пищи, приготовленной дома, а не в столовых при животноводческом комплексе (28,6%), введении частого дробного питания (6,6%), сокращении использования свиного мяса и жира в кулинарных целях (9,7%) и др.

Обсуждение. Для обеспечения активного долголетия необходима забота человека о своем здоровье, правильный образ жизни, устранение вредных привычек, рациональное и

достаточное по пищевым компонентам питание, улучшение условий труда и быта, окружающей среды и др. [1,4,5,6,7,8,9,14,17,18].

Состояние здоровья каждого человека зависит от 4 факторов: заложенной в организм генной программы – на 20%, экологии – на 20%, медицинского сервиса – на 10%, образа жизни – на 50%. Эти данные ВОЗ приводят авторы Лисицын Ю.П., Улумбекова Г.Э. в своей книге [19]. Согласно такому подходу, решающее влияние на формирование здоровья человека оказывает образ его жизни.

В укрепление здоровья населения, обеспечение высокого уровня трудоспособности вносит немалый вклад здоровый образ жизни граждан, что является одной из наиболее актуальных задач современной профилактической медицины.

На сегодня недостаточны критерии, позволяющие объективно оценить состояние собственного здоровья, нет стандартных подходов к его оценке. Вместе с тем самооценка здоровья в определенной степени может быть мерой «общественного здоровья», но она субъективна, индивидуальна, зависит от степени знаний человека, менталитета, личных убеждений, воспитания, традиций и др. В научной литературе имеются единичные исследования по самооценке здоровья населения [10].

Самооценка здоровья путем интервьюирования женщин-работниц свиноводческого комплекса показала наличие у них до пяти нозологических форм заболеваний, ведущими из которых в основной группе были болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани. Мы рассматриваем их совместно с воздействием вредных условий труда на свиноводческом комплексе, поскольку на рабочих местах работниц превалировала тяжесть труда. При опросе было выяснено, что 87,3% респондентов связали ухудшение состояния здоровья с вредными производственными факторами на свиноводческом комплексе.

Кроме того, женщины-работницы вне своей основной производственной деятельности были заняты в быту, выполняя работу на приусадебном участке и ухаживая за живностью в своем хозяйстве, что, возможно, усугубляло состояние их здоровья.

Но при этом среди заболевших лиц не прибегнули к медицинской помощи 45,9% респондентов, из них в 30,6% случаях причиной работницы назвали «страх потерять работу»; в 20,9% - «финансовые затруднения»; в 26,1% - «невозможность оставить без присмотра домашнее хозяйство (огород, пчел, скотину и др.)»; в 19,9% случаях работницы указали на «предпочтение лечиться дома самостоятельно, согласно ранее выданным рекомендациям врача», еще в 3% - прочие причины.

Выявлены особенности питания женщин-работниц свиноводческого комплекса. У большинства респондентов (53,6% в 1 группе и 58,2% во 2 группе) питание было достаточное и сбалансированное по содержанию основных пищевых компонентов, витаминов, минералов, полиненасыщенных жирных кислот и др., в отличие от 46,4% респондентов 1 группы и 42,8% 2 группы. Данный факт мог быть одной из причин, влияющих на состояние здоровья женщин-работниц.

Выводы:

1. Интервьюирование женщин-работниц свиноводческого комплекса позволило выявить у них наличие до пяти заболеваний.
2. Отмечено преобладание болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани в основной группе работниц, работающих во вредных условиях труда.

3. При обострении заболеваний работницы не обращались в медицинские учреждения из-за страха потерять работу.
4. У 46,4% работниц свиноводческого комплекса выявлено недостаточное и несбалансированное по содержанию основных пищевых компонентов питание.
5. Необходимы дальнейшие исследования, в которых целесообразно корректировать субъективные значения самооценки здоровья с результатами объективного обследования женщин-работниц животноводческого комплекса, для разработки и реализации комплекса мероприятий социальной и медико-профилактической направленности.

Список литературы:

1. *Калимуллина Р. Р.* Проблемы повышения качества и уровня жизни работников, занятых в сельскохозяйственной сфере экономики. Никоновские чтения. 2006;11.
2. *Мамбетова Л.Р.* Проблемы повышения энергетической ценности питания работников отрасли сельского хозяйства Республики Башкортостан. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017; 3 (34): 90-3.
3. *Урусова А.Б.* Перспективы развития социальной защиты населения в сельской местности. Международный сельскохозяйственный журнал. 2020; 63(1):16.
4. *Герасименко Н.Ф., Позняковский В.М., Челнакова Н.Г.* Методологические аспекты адекватного безопасного питания: значение для укрепления здоровья и поддержания работоспособности. Человек. Спорт. Медицина. 2017; 17(1): 79-86.
5. *Докторова Н.П.* Место и роль социальной защиты населения в структуре социальной политики. Актуальные проблемы современной экономики. Материалы VI международной научно-практической конференции: в 2-х частях. Омский государственный университет путей сообщения. 2018:161-6.
6. *Кобелькова И.В., Мартинчик, К.В. Кудрявцева, А.К. Батулин.* Режим питания в сохранении здоровья работающего населения. Вопросы питания. 2017; 5:17-21
7. *Петрова А.А.* Содержание, формы и принципы социальной защиты населения. Теоретические и прикладные проблемы современной науки и образования. Материалы Международной научно-практической конференции. 2019: 326-331.
8. *Попова А.Ю., Тутельян В.А., Никитюк Д.Б.* О новых (2021) нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Вопросы питания. 2021; 90(4): 6-19.
9. *Серета А.С.* Механизмы, формы и методы управления социальной защитой населения. Научный электронный журнал Меридиан.2020; 5(39): 24-6.
10. *Самородков И.В.* Самооценка состояния здоровья россиян: результаты опросов 2019-2021 гг. Врач.2022;11: 5-9.
11. *Медик В.А., Токмачев М.С., Фишман Б.Б.* Статистика в медицине и биологии. Руководство: под ред. Ю.М. Комарова. М.: Медицина.2001: 352.
12. *Каримова Л.К., Гайнуллина М.К., Сафин В.Ф.* Характеристика агропромышленного комплекса Республики Башкортостан. Комплексная гигиеническая оценка условий труда работников различных сельскохозяйственных производств. Оценка факторов риска и комплексная профилактика нарушений здоровья у работников агропромышленного комплекса. Уфа. 2022: 31- 3.

13. Оценка факторов риска и комплексная профилактика нарушений здоровья у работников агропромышленного комплекса. Под ред. А.Б. Бакирова, Л.М. Масыгутовой. Уфа. 2022:187.
14. Сафин В.Ф., Каримова Л.К., Рафикова Л.М. Факторы формирования здоровья у женщин-работниц животноводческого комплекса. *Актуальные вопросы охраны окружающей среды и здоровье работников сельского хозяйства: материалы юбилейной научно-практической конференции.* Саратов. 2006: 235-8.
15. Ларионова Т.К., Бакиров А.Б., Даукаев Р.А. Оценка питания взрослого населения Республики Башкортостан. *Вопросы питания.* 2018; 87(5): 37-42.
16. Zaikina I. V., Komleva N.E., Mikerov A.N. Importance of actual nutrition in the prevention of non-infectious diseases. *Medical Bulletin of the North Caucasus.* 2021; 2: 227-31.
17. Безрукова Г.А., Шалашова М.Л., Новикова Т.А., Спиринов В.Ф. . Влияние условий труда в базовых отраслях животноводства на нозологическую структуру профессиональной заболеваемости работников. *Санитарный врач.* 2020; 3: С. 38-47
18. Соснова, А.В. Механизмы формирования социальной защиты населения в современном обществе. *Государство и общество: вчера, сегодня, завтра.* 2018; 5: 18-24.
19. Лисицын Ю.П., Улумбекова Г.Э. *Общественное здоровье и здравоохранение: 3-е издание, переработанное и дополненное.М. : ГЭОТАР-Медиа. 2015; 544.*

References:

1. Kalimullina R. R. *Problemy povysheniya kachestva i urovnya zhizni rabotnikov, zanyatyh v sel'skohozyastvennoy sfere ekonomiki.* [Problems of improving the quality and standard of living of workers employed in the agricultural sector of the economy]. *Nikonovskie chteniya.* [Nikon readings]. 2006;11-3. (In Russ)
2. Mambetova L.R. *Problemy povysheniya energeticheskoy tsennosti pitaniya rabotnikov otrasli sel'skogo hozyaistva Respubliki Bashkortostan.* [Problems of increasing the energy value of nutrition of agricultural workers of the Republic of Bashkortostan]. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tehnologiya.* [Competitiveness in the global world: economics, science, technology]. 2017; 3 (34): 90-3. (In Russ)
3. Urusova A.B. *Perspektivy razvitiya sotsial'noy zatschity naseleniya v sel'skoy mestnosti.* [Prospects for the development of social protection of the population in rural areas]. *Mezhdunarodny sel'skohozyaistvennyi zhurnal.* [International Agricultural Journal]. 2020; 63(1):16. (In Russ.)
4. Gerasimenko N.F., Poznyakovskiy V.M., Chelnakova N.G. *Metodologicheskie aspekty adekvatnogo bezopasnogo pitaniya: znachenie dlya ukrepleniya zdorov'ya i podderzhaniya rabotosposobnosti.* [Methodological aspects of adequate safe nutrition: importance for health promotion and maintenance of working capacity]. *Chelovek. Sport. Meditsina.* [Human. Sport. Medicine]. 2017; 17(1): 79-86. (In Russ)
5. Doktorova N.P. *Mesto i rol' sotsial'noy zatschity naseleniya v strukture sotsial'noy politiki. Aktual'nye problemy sovremennoy ekonomiki.* [The place and role of social protection of the population in the structure of social policy. Actual problems of the modern economy]. *Materialy VI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 2 chastyah. Omsk State University of Railway Transport.* [Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference: in 2 parts] *Omsk State University of Railway Transport.* 2018:161-6. (In Russ)

6. Kobelkova I.V., Martinchik K.V. Kudryavtseva A.K. Baturin *Rezhim pitaniya v sohranении zdorov'ya rabotayuschego naseleniya*. [Nutrition regime in maintaining the health of the working population]. *Voprosy pitaniya*. [Nutrition issues]. 2017; 5:17-21. (In Russ)
7. Petrova A.A. Soderzhanie, formy i printsipy sotsial'noy zatschity naseleniya. Teoreticheskie i prikladnye problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya. [Content, forms and principles of social protection of the population. Theoretical and applied problems of modern science and education]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. 2019: 326-331. (In Russ.)
8. Popova A.Yu., Tutelyan V.A., Nikityuk D.B. *O novykh (2021) normah fiziologicheskikh potrebnosti v energii i pitshevyykh veshchestvakh dlya razlichnykh grup naseleniya Rossiiskoy Federatsii*. [On new (2021) norms of physiological needs for energy and nutrients for various population groups of the Russian Federation]. *Voprosy pitaniya*. [Nutrition issues]. 2021; 90(4): 6-19. (In Russ)
9. Sereda A.S. *Mehanizmy, formy, i metody upravleniya sotsial'noy zatschity naseleniya*. [Mechanisms, forms and methods of social protection management]. *Nauchnyi elektronny zhurnal Meridian*. [Scientific electronic journal Meridian]. 2020; 5(39): 24-6. (In Russ)
10. Samorodkov I.V. *Samootsenka sostoyaniya zdorov'ya rossiayn: rezul'taty oprosov 2019-2021 gg.* [Self-assessment of the health status of Russians: survey results 2019-2021]. *Vrach*. [Doctor]. 2022;11: 5-9. (In Russ)
11. Medik V.A., Tokmachev M.S., Fishman B.B. *Statistika v meditsine i biologii*. [Statistics in medicine and biology]. *Rukovodstvo* [Manual: edited by Yu.M. Komarov]. M.: Medicine. 2001: 352. (In Russ)
12. Karimova L.K., Gainullina M.K., Safin V.F. *Harakteristika agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Bashkortostan. Kompleksnaya gigenisheskaya otsenka usloviy truda rabotnikov razlichnykh sel'skohozyaistvennykh proizvodstv*. [Characteristics of the agro-industrial complex of the Republic of Bashkortostan]. *Otsenka faktorov riska i kompleksnay profilaktik narusheniy zdorov'ya u rabotnikov agropromyshlennogo kompleks*. [Assessment of risk factors and comprehensive prevention of health disorders in employees of the agro-industrial complex.] Ufa. 2022: 31- 3. (In Russ)
13. *Otsenka faktorov riska i kompleksnay profilaktik narusheniy zdorov'ya u rabotnikov agropromyshlennogo kompleks*. [Assessment of risk factors and comprehensive prevention of health disorders among workers of the agro-industrial complex. Edited by A.B. Bakirov, L.M. Masyagutova.] Ufa. 2022:187. (In Russ)
14. Safin V.F., Karimova L.K., Rafikova L.M. *Faktory formirovaniya zdorov'ya u zhentshin-rabotnits zivotnovodcheskogo kompleksa*. [Factors of health formation in female workers of the livestock complex]. *Aktual'nye voprosy ohrany okruzhayuschei sredy i zdorov'e rabotnikov sel'skogo hozyaistva: materially yubileinoy nauch-prakticheskoy konferentsii*. [Topical issues of environmental protection and health of agricultural workers: proceedings of the anniversary scientific and practical conference]. Saratov. 2006: 235-8. (In Russ)
15. Larionova T.K., Bakirov A.B. R. Daukaev.A. *Otsenka pitaniya vzroslogo naseleniya Respubliki Bashkortostan*. [Assessment of nutrition of the adult population of the Republic of Bashkortostan]. *Voprosy pitaniya*. [Nutrition issues]. 2018; 87(5): 37-42. (In Russ)
16. Zaikina I. V., Komleva N.E., Mikerov A.N. *Vazhnost' pitaniya v profilaktike neinfektsionnykh bolezney*. [Importance of actual nutrition in the prevention of non-infectious diseases].

- Severokavkazskiy meditsinskiy bulletin*'. [Medical Bulletin of the North Caucasus]. 2021; 2: 227-31. (In Russ)
17. Bezrukova G.A., Shalashova M.L., Novikova T.A., Spirin V.F. *Vliyaniye usloviy truda v bazovykh otraslyakh zivotnovodstva na nozologicheskuyu strukturu professional'noy zabolevaemosti rabotnikov*. [The influence of working conditions in the basic branches of animal husbandry on the nosological structure of occupational morbidity of workers]. *Sanitarny vrach*. [Sanitary doctor]. 2020; 3: 38-47. (In Russ)
 18. Sosnova A.V. *Mehanizmy formirovaniya sotsial'noy zatschity naseleniya v sovremennom obshchestve*. [Mechanisms of formation of social protection of the population in modern society]. *Gosudarstvo i obshchestvo: vchera, segodnya, zavtra*. [State and society: yesterday, today, tomorrow]. 2018; 5: 18-24. (In Russ)
 19. Lisitsyn Yu.P., Ulumbekova G.E. *Obshchestvennoe zdorov'e i zdavoohranenie: 3-e izdanie, pererab. i dopoln.* [Public health and healthcare: 3-rd edition, revised and supplemented]. Moscow : GEOTAR-Media. 2015; 544. (In Russ)

Поступила/Received: 16.03.2023

Принята в печать/Accepted: 10.04.2023

УДК 613.6.01

ПАРАДОКСЫ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА

Власова Е.М., Воробьева А.А.

ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Пермь, Россия

Аннотация. Парадокс медицины труда в РФ в том, что основные причины потери профессиональной трудоспособности и смертности на рабочем месте не инвалидизация вследствие профессионального заболевания и не производственный травматизм, а хронические неинфекционные заболевания. Работники вредных производств за 10 лет до достижения пенсионного возраста имеют коморбидную патологию как причину профнепригодности.

Цель – проанализировать состояние здоровья работников вредных и/или опасных производств на ведущих промышленных предприятиях края.

Материалы и методы. Проведен анализ электронных баз данных 12 735 работников Пермского края, сформированных за 2012-2022 гг. и полученных по результатам научно-исследовательских работ, периодических медицинских осмотров, результатов обследований в центре профпатологии. Динамический анализ проводился по результатам обследования 1050 работников.

Результаты. Установлено, что с увеличением удельного веса работников, занятых на вредных производствах, увеличивается количество впервые выявленных хронических неинфекционных заболеваний. Основными заболеваниями, ведущими к снижению или потере квалификации работников в предпенсионном периоде, являются артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, острое нарушение мозгового кровообращения. Каждый 3-й работник с выявленными противопоказаниями к отдельным видам работ имеет коморбидную патологию: артериальная гипертензия+сахарный диабет, артериальная гипертензия+ожирение; артериальная гипертензия+метаболический синдром+наличие заболеваний желудочно-кишечного тракта и др. Возраст работников с впервые выявленной патологией составляет $37,3 \pm 2,6$ лет. Возраст работников с выявленными медицинскими противопоказаниями – $52,4 \pm 4,4$ лет. Высокая заболеваемость работников болезнями системы кровообращения связана с низкой информированностью работников, отсутствием первичного профилактического консультирования по месту работы.

Выводы. На состояние здоровья работников промышленных предприятий, кроме профессиональных факторов, оказывают влияние и непрофессиональные факторы. Низкая информированность о факторах риска и отсутствие мотивации к здоровому образу жизни имеют негативное влияние на состояние здоровья работников промышленных предприятий и приводят к снижению трудового долголетия.

Ключевые слова: медицина труда, коморбидная патология, потеря профпригодности, профессиональная трудоспособность, работник, вредное производство, производственный фактор, хронические неинфекционные заболевания.

Для цитирования: Власова Е.М., Воробьева А.А. Парадоксы в медицине труда. Медицина труда и экология человека. 2023:50-60.

Для корреспонденции: Власова Елена Михайловна, к.м.н., заведующая профцентром клиник профпатологии и медицины труда, e-mail: vlasovaem@fcrisk.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10304>

PARADOXES IN OCCUPATIONAL HEALTH

Vlasova E.M., Vorobeva A.A.

*Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management
Technologies, Perm, Russia*

Abstract. *The paradox of occupational health in the Russian Federation is in the fact that the main causes of occupational disability and mortality in the workplace are not disability due to an occupational disease and not occupational injuries, but chronic non-communicable diseases. Workers in hazardous industries 10 years before reaching retirement age have a comorbid pathology as a cause of professional incompetence.*

Purpose: *To analyze the health status of workers in hazardous and / or hazardous industries at the leading industrial enterprises of the Region.*

Materials and methods: *An analysis of electronic databases of 12,735 workers in the Perm region in the period between 2012 and 2022 was carried out and obtained from the results of scientific research, periodical health check-ups, results of examinations in the center of occupational pathology. Dynamic analysis was carried out based on the results of a survey of 1050 workers.*

Results: *It has been established that with an increase in the proportion of workers of hazardous industries, the number of newly diagnosed chronic non-communicable diseases increases. The main diseases leading to a decrease or loss of qualification of workers in the pre-retirement period are arterial hypertension, coronary heart disease, diabetes mellitus, acute cerebrovascular accident. Every 3 worker with identified contraindications to certain types of work has a comorbid pathology: arterial hypertension + diabetes mellitus, arterial hypertension + obesity; arterial hypertension + metabolic syndrome + the presence of diseases of the gastrointestinal tract and others. The age of workers with newly diagnosed pathology is 37.3±2.6 years. The age of employees with identified medical contraindications is 52.4±4.4 years. The high incidence of diseases of the circulatory system in workers is associated with low awareness of workers, the lack of primary preventive counseling at the place of work.*

Conclusions: *In addition to occupational factors, the health status of industrial workers is also influenced by social and household factors. Low awareness of risk factors and lack of motivation for a healthy lifestyle have a negative impact on the health of industrial workers and leads to a decrease in working longevity.*

Keywords: *occupational medicine, comorbid pathology, professional incompetence, occupational ability, workers, hazardous production, occupational factor, chronic non-communicable diseases.*

For citation: *Vlasova E.M., Vorobeva A.A. Paradoxes in occupational health. Occupational health and human ecology. 2023:50-60.*

For correspondence: *Elena M. Vlasova, CandSc (Medicine), Head of the occupational centre of the occupational medicine and occupational health clinic, e-mail: vlasovaem@fcrisk.ru.*

Financing: *the study had no financial support.*

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10304>

По уставу ВОЗ, «здоровьем является состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов»¹¹[1]. В России реализуется приоритетный национальный проект «Здоровье», цель которого – сохранение здоровья трудоспособного населения и сохранение трудового потенциала¹². Здоровье работающих является необходимым условием для повышения производительности труда и, как следствие, экономического развития [2-4]. Снижение показателей здоровья неблагоприятно влияет на социальную, трудовую и экономическую активность людей, снижая производительность труда [5,6]. С другой стороны, качество производимой продукции на потребительском рынке и состояние окружающей среды наносят значительный ущерб здоровью индивидуума и, следовательно, нации в целом [7-9].

Основным парадоксом является то, что проводимые реформы привели к сочетанию дефицита ресурсов и их неэффективного использования, падению доступности медицинской помощи и превращению здравоохранения в очаг социальной напряженности [10]. Социально-экономический аспект здоровья работающих определяется семейным доходом. По мере накопления работником опыта и квалификации со стажем уровень зарплаты увеличивается, однако ближе к пенсии наблюдается замедление ее роста, особенно у мужчин старшего возраста [11]. Одной из причин уменьшения дохода является снижение или потеря квалификации по медицинским противопоказаниям к выполнению отдельных видов работ.

По данным Росстата, в период с 2015 по 2020 гг. отмечается увеличение удельного веса работников, занятых во вредных и/или опасных условиях труда, несмотря на модернизацию производства.

Следующий парадокс медицины труда в РФ в том, что основные причины потери профессиональной трудоспособности и смертности на рабочем месте не инвалидизация вследствие профессионального заболевания и не производственный травматизм, а хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ). «Среди неинфекционных заболеваний доминирующими являются все-таки не столько профессиональные заболевания, а именно заболевания сердечно-сосудистой системы» - констатировал министр здравоохранения РФ Михаил Мурашко на международном угольном форуме «Угольная отрасль - новые реалии» (2022). В России доля смертности от ХНИЗ составляет 66%, из них 60% — смертность от сердечно-сосудистых заболеваний [12].

Значительная часть трудоспособного населения имеет низкий уровень осведомленности в вопросах здоровья и мотивации к ведению здорового образа жизни ввиду повышенной загруженности и постоянной «нехватки времени» у медицинских работников первичной сети. Однако опыт работы нашего центра профпатологии с промышленными предприятиями края показал, что только повышение уровня информированности работников о рисках развития ХНИЗ позволяет снизить уровень их заболеваемости социально значимыми болезнями, а следовательно, и риск смертности среди квалифицированных работников [13,14]. Факторы риска (ФР) многих ХНИЗ имеются уже в молодом и среднем возрасте [15-17]. Кроме того, воздействие комплекса вредных производственных факторов

¹¹ Устав (Конституция) Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). 1946 г.

¹² Приоритетный национальный проект «Здоровье» реализуется с 2006 года.

(химического, физического, психофизиологического и др.) формирует у работников раннее развитие коморбидных состояний, утяжеляет течение уже сформировавшихся ХНИЗ, увеличивая риск развития осложнений, что в итоге может привести к частичной или полной утрате профессиональной трудоспособности до достижения работником предпенсионного возраста.

Цель – проанализировать состояние здоровья работников вредных и/или опасных производств на ведущих промышленных предприятиях края.

Материалы и методы. При выполнении анализа были использованы электронные базы данных, сформированные математическим отделом и центром профпатологии за 2012-2022 гг.¹³ по результатам научно-исследовательских работ (НИР), периодических медицинских осмотров (ПМО), результатов обследований работников Пермского края в центре профпатологии, медицинских заключений по результатам экспертиз профпригодности (всего 12 735 работников). Динамический анализ проводился по результатам обследования 1050 работников, в том числе ежегодного анкетирования.

Результаты. Ретроспективный анализ результатов НИР по оценке состояния здоровья работников промышленных предприятий края, подвергающихся воздействию вредных (опасных) производственных факторов и работающих в условиях выполнения опасных работ, показал, что, несмотря на постоянную модернизацию производства, состояние здоровья работников ухудшается. На фоне увеличения удельного веса работников, занятых во вредных и/или опасных условиях труда, снижается профессиональная заболеваемость, а численность работников с впервые выявленными ХНИЗ ежегодно увеличивается (рис. 1).

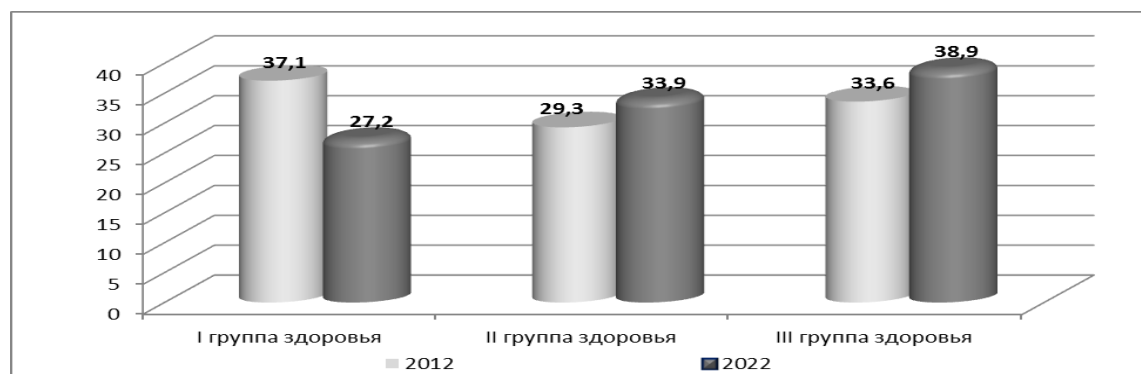


Рис. 1. Распределение работников по группам здоровья на основании результатов ПМО за 2012-2022 гг., %

Figure 1. Distribution of workers by health groups based on the results of PHCs for the period between 2012 and 2022, %

¹³ Перечень работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования). Устинова О.Ю., Кирьянов Д.А., Власова Е.М., Носов А.Е., Бабина С.В., Шадрин В.А., Ситчихина Л.А., Каменских С.В. Свидетельство о регистрации базы данных 2020621325, 30.07.2020. Заявка № 2020621150 от 13.07.2020.

Перечень вредных и (или) опасных производственных факторов, при наличии которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования) («перечень вредных и (или) опасных производственных факторов»). Устинова О.Ю., Кирьянов Д.А., Власова Е.М., Носов А.Е., Шадрин В.А., Бабина С.В., Ситчихина Л.А., Каменских С.В. Свидетельство о регистрации базы данных 2020621329, 30.07.2020. Заявка № 2020621159 от 13.07.2020.

Анализ медицинских заключений по результатам экспертизы профпригодности позволил установить основные заболевания, являющиеся причиной снижения или потери квалификации работников предпенсионного возраста (рис. 2).

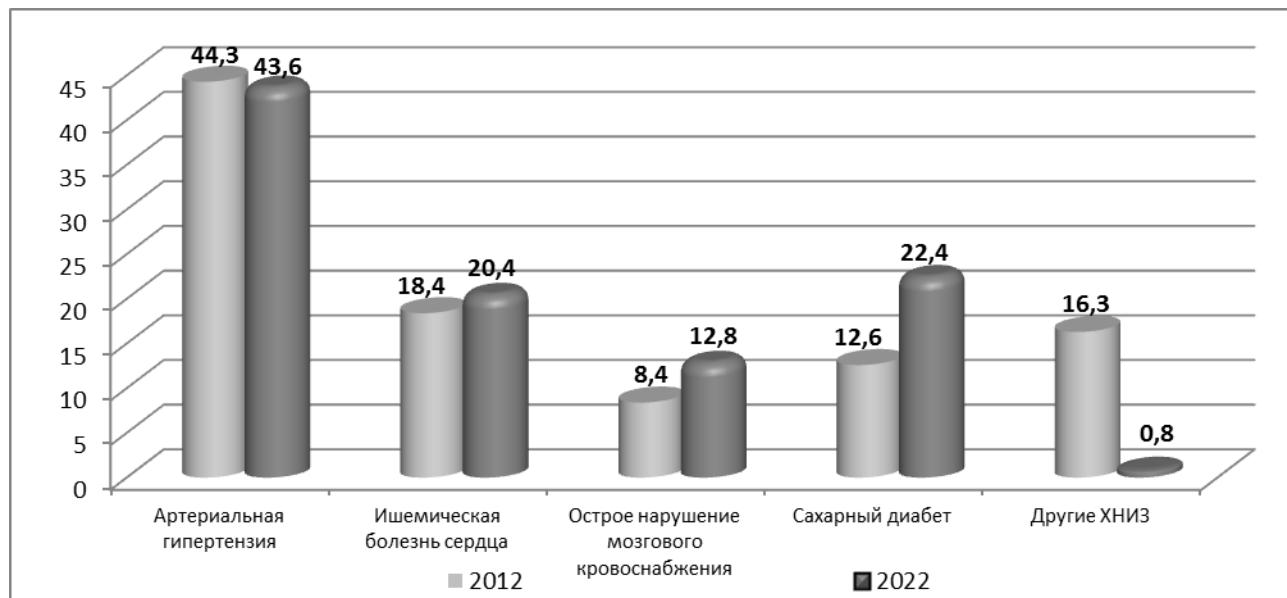


Рис. 2. Основные заболевания, являющиеся причиной снижения или потери квалификации работников предпенсионного возраста по результатам экспертизы профпригодности за 2012-2022 гг., %

Figure 2. The main diseases that are the cause of the reduction or loss of qualifications of pre-retirement age workers according to the results of the examination of professional incompetence for the period between 2012 and 2022, %

Результаты собственных исследований показали, что каждый 3-й работник с выявленными противопоказаниями к отдельным видам работ, имеет коморбидную патологию: артериальная гипертония+сахарный диабет, артериальная гипертония+ожирение; артериальная гипертония+метаболический синдром+наличие заболеваний ЖКТ и др. Возраст работников с впервые выявленной патологией по результатам проведенных нами обследований – $37,3 \pm 2,6$ лет. Возраст работников с выявленными медицинскими противопоказаниями – $52,4 \pm 4,4$ лет.

Результаты исследований показали, что нарушение обмена веществ и питания как значимый ФР развития болезней системы кровообращения (БСК) и сахарного диабета (СД) занимают ведущее место в ухудшении здоровья работников вредных производств (рис. 3).

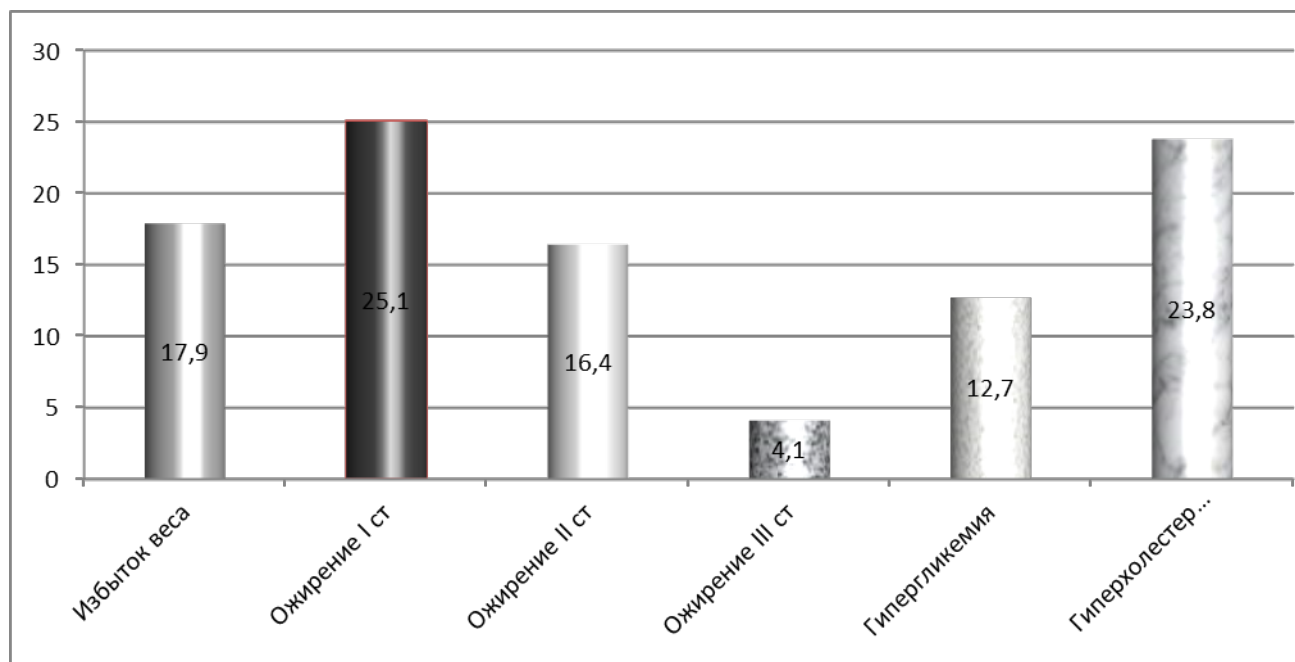


Рис. 3. Нарушение обмена веществ и питания у работников вредных производств по результатам проведенных исследований в 2022 г.

Figure 3. Metabolic and nutritional disorders among workers in hazardous industries based on the results of studies conducted in 2022

Проведение дополнительных обследований работников в рамках реализации корпоративных программ на различных производственных площадках за 2012-2022 гг. показало, что у 50,6% работников имеются ФР развития социально значимых заболеваний, у 30% выявляются ранние признаки поражения системы кровообращения, а по результатам ПМО в динамике первое место среди впервые выявленных ХНИЗ стабильно занимала артериальная гипертензия (АГ).

АГ развивается в среднем через 5 лет с момента выявления ранних признаков. Обращает на себя внимание снижение возраста работников с осложненным течением АГ (инфаркты миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения). Одной из основных причин высокой заболеваемости работников БСК являлась низкая информированность работников о ФР и отсутствие первичного профилактического консультирования по месту работы.

По результатам анкетирования были установлены основные факторы риска развития АГ у работников вредных производств: 36,7% работников курят, 33,7% имеют низкую физическую активность, 27,3% - нарушение режима питания и/или нерациональное питание. Отсутствие у работников мотивации к здоровому образу жизни установлено в 38,2% случаев в 2012 году, в 34,6% - в 2022 году. Нарушение психологического комфорта на рабочем месте было отмечено работниками в 40,6% случаев. Работники с выявленными факторами риска имели более низкую оценку собственного здоровья. Прослеживалась причинно-следственная связь между установленными у работника ФР и самооценкой здоровья (низкая физическая активность и низкая самооценка здоровья - $r=0,4$; нарушение режима питания и средняя самооценка здоровья - $r=0,5$; низкая самооценка здоровья - $r=0,3$). По результатам обследования 2022 г., 33,2% работников имели выявленную коморбидную патологию (стаж

заболеваний 5 (3;7) лет), 57,2% работников – ранние признаки заболеваний или ФР АГ (эндотелиальная дисфункция, повышенная жесткость сосудов, гиперхолестеринемия, избыток веса) и/или СД (нарушение жирового, углеводного обменов).

Обсуждение. Изменение структуры медицинских организаций сопровождалось закрытием цеховой службы, сокращением медицинских пунктов на производственных предприятиях, чем обусловлено снижение доступности медицинской помощи работающим. На части предприятий медицинские пункты функционируют только на случай оказания экстренной медицинской помощи или проведения предрейсовых/послерейсовых, предсменных/послесменных медицинских осмотров.

К основным направлениям сохранения здоровья через корпоративные программы, разработанные центром профпатологии и реализуемые совместно с работодателями, относятся, прежде всего, повышение уровня культуры здоровья и мотивации к здоровому образу жизни; информированности работников о профессиональных и непрофессиональных факторах риска [18]. Оценка психологического состояния работника также является важным фактором здоровья работающего населения [19].

Парадокс заключается в том, что при обновлении нормативной базы, совершенствовании системы управления рисками, внедрении на промышленных предприятиях корпоративных программ, на местах базовые мероприятия составляют лишь небольшую часть, направленную на сохранение здоровья работающего населения. Перед проводимыми в рамках действующей законодательной документации предварительными и периодическими медицинскими осмотрами поставлена приоритетная задача решения вопросов экспертизы профпригодности, тогда как вопросы раннего выявления и профилактики производственно обусловленных, общесоматических заболеваний остаются не решенными. Это приводит к системным нарушениям здоровья работающих, раннему развитию соматической патологии, утяжелению течения ХНИЗ и, в итоге, потере профессиональной трудоспособности.

Еще одна проблема - отсутствие доступности медицинской помощи для работников отдаленных районов проживания и работающих на объектах в вахтовом режиме. Только на ряде предприятий сохраняется возможность получения медицинской помощи на здравпунктах по рекомендациям медицинских комиссий по результатам ПМО, проведения профилактических мероприятий и реабилитации на медпункте предприятия.

Кроме того, не организовано оказание поэтапной медицинской помощи работникам предприятий, позволяющей выявлять и корректировать факторы риска формирования ХНИЗ у работников на всех уровнях профпатологической помощи: здравпункт – территориальная медицинская организация – центр медицины труда и/или профпатологии.

Обращает внимание, что процент предприятий, сотрудничающих с центрами профпатологии по вопросам сохранения здоровья работников, очень низкий. Отсутствуют методики количественной оценки влияния уровня и состояния здоровья на производительность труда [20].

Имея общность пусковых патогенетических механизмов, проявляющихся нарушением микроциркуляции, оксидативным стрессом, воспалительными и нейрогормональными изменениями, эндотелиальной дисфункцией, многие ХНИЗ приводят к развитию коморбидных состояний: АГ + СД 2 типа; болезни органов дыхания + болезни системы кровообращения; болезни органов дыхания + болезни печени и др. Однако наличие

у работников коморбидной патологии, которая часто протекает на начальных этапах формирования бес- или малосимптомно, не всегда учитывается при проведении периодических и профилактических осмотров. Кроме того, отсутствие единых информационных баз данных по условиям труда и состоянию здоровья работников на различных предприятиях в регионах ограничивает возможность формирования оптимальных программ обследования работника на этапе ПМО с формированием групп риска. Отсутствие программ диспансеризации работающего населения, учитывающих отраслевую производственную специфику воздействия факторов и условий труда, снижает эффективность системы специализированной профпатологической помощи. Фактически отсутствует мониторинг состояния здоровья работников групп высокого и очень высокого риска. Недостаточно реализуется возможность оздоровления работников в санаториях-профилакториях.

Таким образом, в условиях современной социально-экономической ситуации актуальным остается решение вопроса внедрения и реализации персонифицированных и корпоративных программ ранней диагностики и профилактики ХНИЗ, включая их реализацию на всех этапах оказания профпатологической помощи: здравпункт предприятия, территориальная медицинская организация и профильные отделения (профпатологические), центр медицины труда и/или профпатологии.

Заключение. Несмотря на активную реализацию национального проекта «Здоровье», состояние здоровья работников промышленных предприятий продолжает ухудшаться.

На состояние здоровья работников промышленных предприятий, кроме профессиональных факторов, оказывают влияние и непрофессиональные.

Низкая информированность о факторах риска и отсутствие мотивации к здоровому образу жизни имеют негативное влияние на состояние здоровья работников промышленных предприятий и приводят к снижению трудового долголетия.

Работники, проживающие в отдаленных местностях и работающие на отдаленных объектах, в том числе вахтовым методом, не имеют возможности получения адекватной специализированной медицинской помощи по профпатологии и контроля за течением ХНИЗ.

Список литературы:

1. Рагимова О.А. Теоретические основы определения понятия. *Известия Саратовского университета.* 2009; 9: 41-7
2. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Шиган Е.Е. Реализация глобального плана действий ВОЗ по охране здоровья работающих в Российской Федерации. *Медицина труда и промышленная экология.* 2015; 9: 4-10.
3. Мелентьев А.В., Бабанов С.А., Стрижаков Л.А., Винников Д.В., Острякова Н.А. Проблемы профессионального отбора и эффект здорового рабочего в медицине труда. *Здравоохранение Российской Федерации.* 2021; 65(4): 394-99.
4. Белов В.Б., Роговина А.Г. Производственная среда в контексте детерминант общественного здоровья. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко.* 2015; 7: 14-22
5. Каратаева Т.А. Здоровье населения как важный фактор экономической безопасности. *Вестник Алтайской академии экономики и права.* 2018; 5: 142-5

6. Праведников А.В., Булатов Р.А., Фатихов А.И., Саттаров Э.И. Социальные детерминанты здоровья и смертности населения трудоспособного возраста. Актуальные вопросы экологии человека: социальные аспекты: сборник научных статей участников Международной научно-практической конференции: в 3 томах. 2017: 65-70.
7. Белов В.Б., Роговина А.Г. К вопросу о детерминированности здоровья трудоспособного населения. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. 2015; 6: 5-12
8. Румянцева Е.Е. Экономическая безопасность России и здоровье населения. *Региональная экономика: теория и практика*. 2005; 17 (2): 59-61
9. Чумаков Б.Н. Основы здорового образа жизни. М.: Педагогическое общество России, 2004: 416
10. Гришин В.В., Рагозин А.В. Политэкономика здравоохранения: как выйти из кризиса. Вестник ВШОУЗ. 2019; 5 (1): 30–37. <https://doi.org/10.24411/2411-8621-2019-11003>
11. Гимпельсон В., Зинченко Д. Цена возраста: заработная плата работников в старших возрастах. *Вопросы экономики*. 2019; (11):35-62. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-11-35-62>
12. Власова Е.М., Устинова О.Ю., Воробьева А.А., Пономарева Т.А. Обоснование программы ранней диагностики кардиореспираторных нарушений у работников предпенсионного возраста металлургических производств. Медицина труда и экология человека. 2020; 1: 60-70
13. Байдина А.С. Сочетанные факторы риска артериальной гипертензии у рабочих, подвергающихся воздействию ароматических углеводородов. *Терапевт*. 2013; 2: 89-90
14. Лобеев А.В. Новые подходы в профилактике хронических неинфекционных заболеваний у лиц трудоспособного возраста. Медицина труда и промышленная экология. 2020; 60(11): 821–23.
15. Изуткин Д.А. Концепция факторов риска для здоровья и ее интерпретация в зарубежной социологии. Социология медицины. 2016; 15 (1): 34-37. DOI 10.1016/1728-2810-2016-15-1-34-37
16. Baum F. The commission on the social determinants of health: Reinventing health promotion for the twenty-first century? *Critical Public Health*. 2008; 18(4), 457–466.
17. Lalonde M. New perspective on the health of Canadians: 28 Years later. *Revista anamericana de Salud Pública*. 2002; 12(3):149-152. DOI: 10.1590/S1020-49892002000900001
18. Черепов В.М., Васильева Т.П., Кукушкин И.Г., Шатохин К.А. Актуальные вопросы стандартизации медицинского обеспечения работающего населения. Проблемы стандартизации в здравоохранении. 2020; 5-6: 23-30.
19. Елисеева С. Ю., Лебедева-Несевря Н. А. Анализ связи между здоровьем работников промышленных предприятий Пермского края и показателем доверия на рабочих местах. XXII Уральские социологические чтения. Национальные проекты и социально-экономическое развитие Уральского региона: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Екатеринбург, 17–18 марта 2020 года). Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020; 215-18
20. Орлова Е.В. Управление производительностью труда с учетом факторов здоровья: технология и модели. *Управленец*. 2020; 11(6): 57–69

References:

1. Ragimova O.A. *Teoreticheskie osnovy opredeleniya ponyatiya*. [Theoretical foundations of the definition of the concept]. *Novosti Saratovskogo universiteta*. [News of Saratov University]. 2009; 9: 41-7. (In Russ)
2. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V., Shigan E.E. *Realizatsiya global'nyh planov deistviy po ohrane truda v Rossiyskoy Federatsii*. [Implementation of the WHO global action plan for the health of workers in the Russian Federation]. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*. [Occupational medicine and industrial ecology]. 2015; 9: 4-10. (In Russ)
3. Melentyev A.V., Babanov S.A., Strizhakov L.A., Vinnikov D.V., Ostryakova N.A. *Realizatsiya global'nogo plana deistviy VOZ po ohrane zdorov'ya rabotayutshih v Rossiyskoy Federatsii*. [Problems of professional selection and the effect of a healthy worker in occupational medicine]. *Zdravoohranenie Rossiyskoy Federatsii*. [Healthcare of the Russian Federation]. 2021; 65(4): 394-99. (In Russ)
4. Belov V.B., Rogovina A.G. Production environment in the context of determinants of public health. *Bulletin of the N. A. Semashko. National Research Institute of Public Health*. 2015; 7: 14-22. (In Russ)
5. Karataeva T.A. *Proizvodstvennaya sreda v kontekste determinant obshchestvennogo zdorov'ya*. [Public health as an important factor of economic security]. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava*. [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law]. 2018; 5: 142-5. (In Russ)
6. Pravednikov A.V., Bulatov R.A., Fatikhov A.I., Sattarov E.I. *Sotsial'nye determinanty zdoroviya i smertnosti naseleniya trudosposobnogo vozrasta*. [Social determinants of health and mortality of the working-age population]. *Aktual'nye voprosy ekologii cheloveka: sotsial'nye aspekty: sbornik nauchnykh statey uchastnikov Mezhdunarodnoy nauchn-prakticheskoy konferentsii: v 3 tomah*. [Topical issues of human ecology: social aspects: collection of scientific articles by participants of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes]. 2017: 65-70. (In Russ)
7. Belov V.B., Rogovina A.G. *K voprosu o determinirovannosti zdorov'ya trudosposobnogo naseleniya*. [On the issue of determinism of the health of the able-bodied population]. *Byulleten' Nacional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N. A. Semashko*. [Bulletin of the N. A. Semashko National Research Institute of Public Health]. 2015; 6: 5-12.
8. Rumyantseva E.E. *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii i zdorov'e naseleniya*. [Economic security of Russia and public health]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*. [Regional economy: theory and practice]. 2005; 17 (2): 59-61. (In Russ)
9. Chumakov B.N. *Osnovy zdorovogo obraza zhizni*. [Fundamentals of a healthy lifestyle]. M.: *Pedagogicheskoe obshchestvo Rossii*. [Pedagogical Society of Russia], 2004: 416.
10. Grishin V.V., Ragozin A.V. *Politekonomiya zdravoohraneniya: kak vyiti iz krizisa*. [The political economy of health care: how to get out of the crisis]. *Vestnik VSHOUZ* [Health-care management: News, Views, Education. Bulletin of VSHOUZ]. 2019; 5 (1): 30-7. doi: 10.24411/2411-8621-2019-11003 (In Russ)

11. Gimpelson V., Zinchenko D. *Tsena vozrasta: zarabotnaya plata v starshih vozrastah*. [The price of age: wages of workers in older ages]. *Ekonomicheskie voprosy*. [Economic issues]. 2019; (11):35-62. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-11-35-62> (In Russ)
12. Vlasova E.M., Ustinova O.Yu., Vorobyeva A.A., Ponomareva T.A. *Obosnovanie programmy ranney diagnostiki kardiorespiratorny narusheniy u rabotnikov predpensionnogo vozrasata metallurgicheskikh proizvodstv*. [Substantiation of the program of early diagnosis of cardiorespiratory disorders in workers of pre-retirement age of metallurgical industries]. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya*. [Occupational medicine and industrial ecology]. 2020; 1: 60-70. (In Russ)
13. Baidina A.S. *Sochetannye factory riska arterial'noy gipertenzii u rabochih podvergayutschihsya vozdeistviyu aromaticeskikh uglevodorodov*. [Combined risk factors of arterial hypertension in workers exposed to aromatic hydrocarbons]. // *Terapevt*. [Therapist]. 2013; 2: 89-90. (In Russ)
14. Lobeev A.V. *Novye podhody v profilaktike hronicheskikh neinfektsionnykh zabolevaniy u lits trudosposobnogo vozrasta*. [New approaches in the prevention of chronic non-communicable diseases in people of working age]. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya*. [Occupational medicine and industrial ecology]. 2020; 60(11): 821–23. (In Russ)
15. Izutkin D.A. *Kontsepsiya faktorov riska dlya zdorov'ya i eye interpretatsiya v zarubezhnoy sotsiologii*. [The concept of health risk factors and its interpretation in foreign sociology]. *Sotsiologiya meditsiny*. [Sociology of medicine]. 2016; 15 (1): 34-37. DOI 10.1016/1728-2810-2016-15-1-34-37 (In Russ)
16. Baum F. The commission on the social determinants of health: Reinventing health promotion for the twenty-first century? *Critical Public Health*. 2008; 18(4), 457–466.
17. Lalonde M. New perspective on the health of Canadians: 28 Years later. *Revista anamericana de Salud Pública*. 2002; 12(3):149-152. DOI: 10.1590/S1020-49892002000900001
18. Cherepov V.M., Vasilyeva T.P., Kukushkin I.G., Shatokhin K.A. *Aktual'nye voprosy standartizatsii meditsinskogo obespecheniya rabotayutshchego naseleniya*. [Actual issues of standardization of medical support for the working population]. *Problemy standartizatsii zdravoohraneniya*. [Problems of standardization in healthcare]. 2020; 5-6: 23-30. (In Russ)
19. Eliseeva S. Yu., Lebedeva-Nesevrya N. A. *Analiz svyazi mezhdu zdorov'em rabotnikov promyshlennykh predpriyatiy Permskogo kraya i pokazatelem doveriya na rabochih mestah*. [Analysis of the relationship between the health of workers of industrial enterprises of the Perm Region and the indicator of trust in the workplace]. XXII Ural'skie sotsiologicheskie chteniya. *Natsional'nye proekty i sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Ural'skogo regiona: materially Vserossiskoy yauch-prakticheskoy konferentsii (Ekaterinburg, mart 17-18, 2020)*. [Ural Sociological readings. National projects and socio-economic development of the Ural region: proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Yekaterinburg, March 17-18, 2020)]. *Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta*. [Yekaterinburg: Ural University Publishing House]. 2020; 215-18. (In Russ)
20. Orlova E.V. *Upravlenie proizvoditel'nost'yu truda s uchetom faktorov zdorov'ya: tehnologiya i modeli*. [Labor productivity management taking into account health factors: technology and models]. *Upravlenets*. [Manager]. 2020; 11(6): 57-69. (In Russ)

Поступила/Received: 05.04.2023

Принята в печать/Accepted: 02.05.2023

УДК 616.314-085

ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОЛОСТИ РТА СРЕДИ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ:

ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ И НЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

Зайдуллин И.И., Каримова Л.К., Бейгул Н.А., Каримов Д.О., Ларионова Т.К.

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

В Российской Федерации распространенность стоматологических заболеваний превышает среднемировые показатели: кариес постоянных зубов и в зависимости от региона наблюдается у 90-100% населения, хронический пародонтит – у 70-90%. На сегодняшний день устойчивое улучшение показателей стоматологического здоровья у работающего населения остается труднодостижимой задачей.

Целью работы является изучение влияния профессиональных и непрофессиональных факторов риска на состояние здоровья полости рта у аппаратчиков производства мономеров.

Материалы и методы. Объектом исследования были выбраны 145 аппаратчиков химического комплекса, подвергавшихся воздействию комплекса химических веществ, ведущим компонентом которого является оксид этилена (ОЭ). Группу сравнения составили 160 работников центра автоматизации (ЦА), аналогичных по полу и возрасту, не контактировавших с вредными веществами на рабочем месте.

Результаты. Среднее значение глубины пародонтального кармана (PD) и высоты потери эпителиального прикрепления (CAL) у работников со стажем свыше 20 лет значительно различалось между группами ($p < 0,001$). Кроме того, распространенность участков $CAL \geq 3$ мм у аппаратчиков со стажем работы более 20 лет было практически вдвое выше по сравнению с группой сравнения (83,5% против 47,6%, $p < 0,001$). Риск потери зубов (OR 1,98 [95% ДИ: 1,11-3,82], $p = 0,001$) и значения уровня глубины пародонтального кармана и потери эпителиального прикрепления у стажированных работников химического производства значительно превышают показатели группы сравнения ($p < 0,001$).

Заключение. Установлена ведущая роль химического фактора в формировании и прогрессировании воспалительных заболеваний пародонта, а также высокого риска потери зубов у аппаратчиков производства мономеров.

Ключевые слова: химическое производство, пародонтит, кариес зуба, потеря зуба, здоровье полости рта, производственные факторы риска.

Для цитирования: Зайдуллин И.И., Каримова Л.К., Бейгул Н.А., Каримов Д.О., Ларионова Т.К. Заболевания полости рта среди работающего населения: влияние профессиональных и непрофессиональных факторов. Медицина труда и экология человека.2023;61-72.

Для корреспонденции: Зайдуллин Искандер Ильдарович, врач-стоматолог, м.н.с. отдела медицины труда Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека, iskanderdent@yahoo.com.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10305>

ORAL DISEASES AMONG THE WORKING POPULATION: THE IMPACT OF OCCUPATIONAL AND NON-OCCUPATIONAL FACTORS

Zaydullin I.I., Karimova L.K., Beigul N.A., Karimov D.O., Larionova T.K.

¹Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

In the Russian Federation, the prevalence of dental diseases exceeds the world average: caries of permanent teeth and, depending on the region, is observed in 90 - 100% of the population, chronic periodontitis - 70 - 90%. To date, sustained improvement in dental health outcomes in the working population remains elusive.

The aim of the work is to study the influence of professional and non-professional risk factors on oral health condition in monomer production operators.

Materials and methods. The object of the study were 145 operators of the chemical complex, exposed to a complex of chemicals, the leading component of which is ethylene oxide. The comparison group consisted of 160 workers of the automation center, similar in sex and age, who were not exposed to harmful substances at the workplace.

Results. Mean periodontal pocket depth (PD) and epithelial attachment loss height (CAL) in workers over 20 years of service differed significantly between groups ($p < 0.001$). In addition, the prevalence of $CAL \geq 3$ mm in apparatusists with more than 20 years of work experience was almost twice as high as compared to the control group (83.5% vs. 47.6%, $p < 0.001$). The risk of tooth loss (OR 1.98 [95% CI: 1.11-3.82], $p = 0.001$) and the level of periodontal pocket depth and loss of epithelial attachment in trainees in the chemical industry are significantly higher than in the control group ($p < 0.001$).

Conclusion. The leading role of the chemical factor in the formation and progression of inflammatory periodontal diseases, as well as the high risk of tooth loss in monomer production operators, has been established.

Keywords: chemical production, periodontitis, dental caries, tooth loss, oral health, occupational risk factors.

For citation: Zaydullin I.I., Karimova L.K., Beigul N.A., Karimov D.O., Larionova T.K. Oral diseases among the working population: the impact of occupational and non-occupational factors. *Occupational Health and Human Ecology*.

For correspondence: Iskander I.Zaydullin, Dentist, junior researcher at the Department of Occupational Health, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology. 2023:61-72.

Financing: the study had no financial support.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10305>

Введение. Пародонтит является многофакторным воспалительным заболеванием, сопровождающимся разрушением альвеолярной кости. При отсутствии лечения или недостаточно эффективной терапии заболевание приводит к потере зубов [1,2]. В России распространенность данного заболевания у населения старше 35 лет составляет 80-98% [3].

Помимо воспалительного заболевания пародонта, одной из основных причин потери зубов является кариозный процесс [4]. У лиц старшего возраста потеря зубов чаще всего связана с хроническим пародонтитом, в то время как у более молодых – с кариесом зубов [5].

В настоящее время имеются данные о многочисленных факторах риска, приводящих к потере зубов у пациентов с хроническим пародонтитом. К числу общих относятся прежде всего пол, возраст, вредные привычки и генетическая предрасположенность, а на местном уровне - подвижность зубов, глубина пародонтальных карманов, потеря пародонтального прикрепления и разрушение альвеолярной кости [6,7,8].

Наряду с этим результаты отдельных исследований указывают также на существенную роль вредных факторов рабочей среды: химические вещества и соединения, запыленность воздуха рабочей зоны, нагревающий и охлаждающий микроклимат [9,10,11,12]. Необходимо учитывать указанные факторы у работников промышленных предприятий с хроническим пародонтитом для принятия обоснованного решения об удалении или сохранении зубов при составлении плана лечения в связи с тем, что сохранение зубов с негативным прогнозом требует значительных затрат на активное и поддерживающее лечение пародонта [13].

По данным различных авторов, взаимосвязь между различными предикторами и потерей зубов остается неясной и обусловлена гетерогенностью популяций в различных исследованиях, в которых одни и те же факторы риска могут иметь различную степень релевантности.

В связи с указанным необходимо проведение дальнейших проспективных исследований для подтверждения возможных связей между предикторами потери зубов у пациентов с хроническим пародонтитом.

Целью работы является изучение влияния профессиональных и непрофессиональных факторов риска на состояние здоровья полости рта у аппаратчиков производства мономеров.

Материалы и методы. Объектом исследования были выбраны 145 аппаратчиков химического комплекса, составивших основную группу (I группа), подвергавшихся воздействию комплекса химических веществ, ведущим компонентом которого является оксид этилена. Группу сравнения составили 160 работников комплекса, аналогичных по полу и возрасту, не контактировавших с вредными веществами на рабочем месте (II группа).

Для включения в исследуемые группы были использованы следующие критерии:

- мужской пол;
- возраст от 20 до 60 лет;
- потеря пародонтального прикрепления ≥ 3 мм (показатель регистрировался как минимум в 2 квадрантах в области 3 зубов);
- кровоточивость при зондировании (показатель регистрировался как минимум в 2 квадрантах в области 3 зубов).

В исследуемые группы не включены лица с сахарным диабетом, иммунодефицитным состоянием, проводившие лечение пародонта на протяжении последнего полугодия, принимавшие антибиотики или противовоспалительные препараты в последние 3 месяца.

Диагноз «хронический пародонтит» устанавливали на основании следующих клинических параметров - глубина пародонтального кармана и высота потери пародонтального прикрепления.

Стоматологическое обследование проводили в рамках углубленного периодического медицинского осмотра на базе ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». От всех пациентов было получено информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Для проверки распределения количественных показателей использовали тест Колмогорова – Смирнова. С помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) оценивали статистически значимые различия демографических и клинических показателей. При анализе взаимосвязи стажа работы с результатами клинического обследования использовали корреляционный анализ по методу Спирмена. Силу связи между потерей зубов и предикторами рассчитывали при помощи логистической регрессии. Статистически значимыми принимали различия при $p < 0,05$. Расчеты проводили с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics 23.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

Результаты. Анализ данных собственных исследований и производственного контроля показал, что в воздухе рабочей зоны присутствует комплекс веществ, ведущим компонентом которого является оксид этилена. Загрязнение воздуха рабочей зоны в концентрациях, превышающих гигиенический норматив от 2 до 5 ПДК, происходит при выполнении газоопасных операций, связанных с разгерметизацией оборудования.

Основные клинические и возрастно-половые характеристики участников исследования представлены в таблице 1. Значимых различий по полу, возрасту, стажу работы и распространенности вредных привычек между группами не наблюдалось.

Таблица 1

Характеристики обследованных групп

Table 1

Characteristics of the surveyed groups

Показатели	I группа (n=145)	II группа (n=160)	p
Мужской пол (%)	100	100	-
Курение (%)	45,5	50,6	0,224
Возраст (лет)	39,6 ± 12,3	37,8 ± 12,0	0,163
Стаж работы	16,7 ± 11,9	16,1 ± 11,8	0,565
Количество отсутствующих зубов	5,81 ± 5,51*	3,47 ± 3,06	0,001
PD (мм)	4,32 ± 1,53*	3,81 ± 1,19	0,005
CAL (мм)	6,15 ± 2,56*	4,81 ± 1,91	0,001
Распространенность PD ≥ 3мм (%)	20,11 ± 12,13*	10,79 ± 6,54	0,001
Распространенность CAL ≥ 3мм (%)	59,18 ± 31,45*	28,49 ± 17,29	0,001

* - статистически значимые различия с группой сравнения (t-тест, $p < 0,05$).

* - statistically significant differences with the comparison group (t-test, $p < 0,05$).

Возраст пациентов в обеих группах находился в пределах от 20 до 60 лет. Средний возраст в основной группе и группе сравнения составил 39,6 и 37,8 лет соответственно. При

анализе полученных данных было установлено статистически значимое различие средних показателей глубины пародонтального кармана, уровня потери эпителиального прикрепления, распространенности участков $PD \geq 3$ мм и $CAL \geq 3$ мм между группами работников производства окиси этилена и центра автоматизации (t-тест, $p < 0,05$).

Статистически значимых различий среднего показателя глубины пародонтального кармана и высоты потери эпителиального прикрепления у работников I и II группы со стажем работы до 10 лет не выявлено ($U=1820,0$, $p=0,238$ и $U=1711,0$, $p=0,145$ соответственно) (рис. 1). В то же время следует отметить, что средние значения PD и CAL у работников со стажем 10-20 лет ($U=1145,0$, $p=0,021$ и $U=1023,0$, $p=0,010$ соответственно) и свыше 20 лет ($U=1066,5$, $p=0,008$ и $U=842,0$, $p=0,001$ соответственно) значительно различались между группами ($p < 0,001$). Кроме того, распространенность участков $CAL \geq 3$ мм у лиц со стажем работы более 20 лет была практически вдвое выше в основной группе по сравнению с группой сравнения (83,5% против 47,6%, $p < 0,001$).

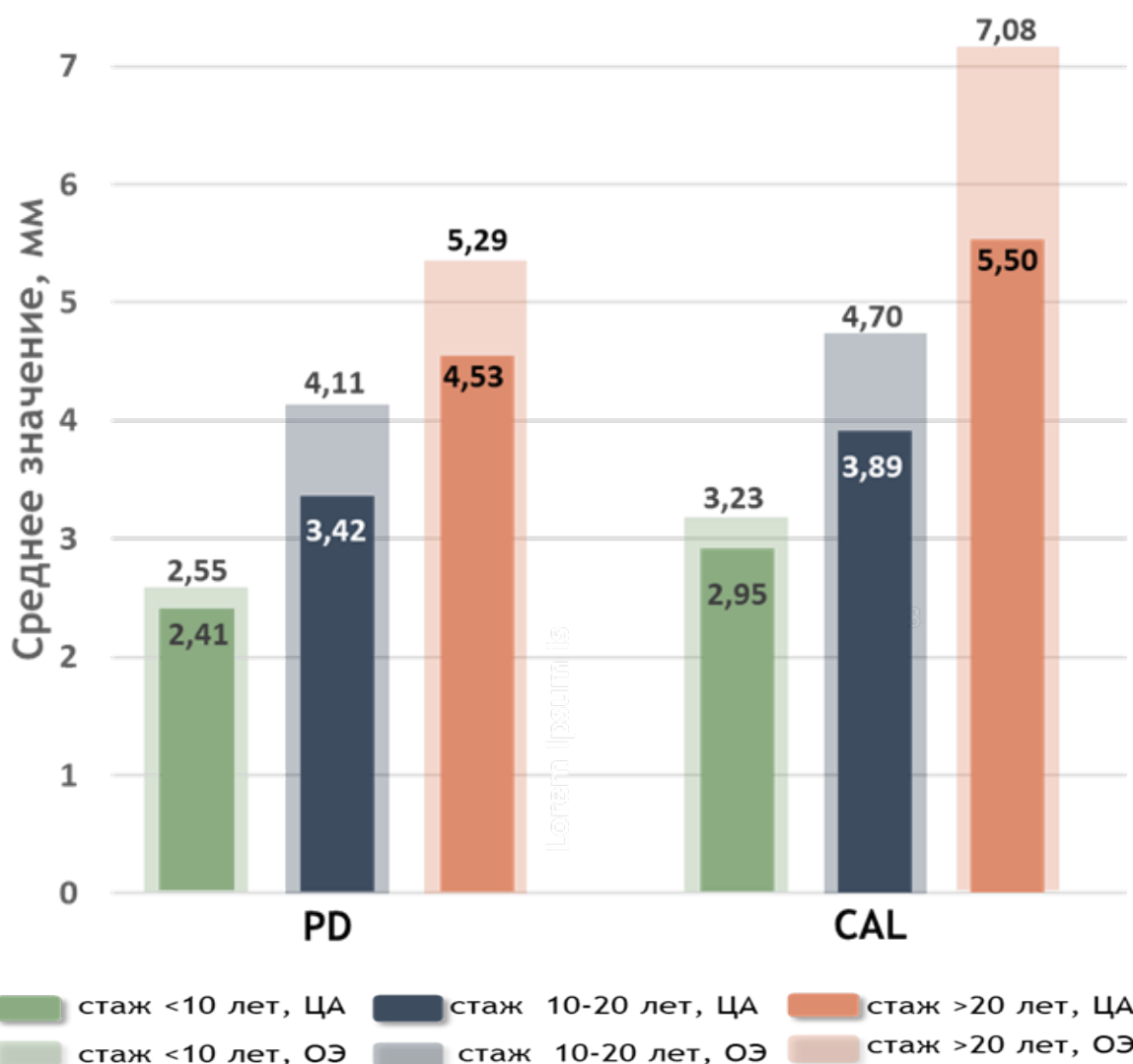


Рис. 1. Средние показатели глубины пародонтального кармана (PD) и уровня потери эпителиального прикрепления (CAL) у работников производства окиси этилена и группы сравнения в зависимости от стажа

Figure 1. Average indicators of the depth of the periodontal pocket (PD) and epithelial attachment loss rate (CAL) in ethylene oxide production workers and comparison groups depending on length of service

Для оценки возможных прогностических факторов потери зубов в регрессионный анализ были включены следующие переменные - возраст, стаж работы, наличие вредных привычек, индекс массы тела, гигиена полости рта, максимальные значения глубины пародонтального кармана и высота потери пародонтального прикрепления, а также их распространенность (табл. 2).

Таблица 2

Результаты логистического регрессионного анализа потери зубов у пациентов основной группы в сравнении с группой контроля

Table 2

Results of logistic regression analysis of tooth loss in patients of the main group in comparison with the control group

Показатель	Отношение шансов I группа vs. II группа	I группа vs. II группа	
		курение (да)	курение (нет)
Общие:			
Возраст			
20-29	0.81 (0.69-1.10)	0.93 (0.77-1.29)	0.71 (0.51-1.02)
30-39	1.00 (0.84-1,22)	1.06 (0.84–1.31)	0.90 (0.71–1.20)
40-49	1.02 (0.89-1.24)	1.15 (0.85-1.55)	0.96 (0.68-1.36)
50 и старше	1.37 (1.02-1.59) *	1.60 (1.10-2.33) *	1.21 (0.70–2.00)
Стаж работы			
<10 лет	0.67 (0.45-1.01)	0.89 (0.68-1.15)	0.78 (0.59-1.04)
<20 лет	1.33 (0.69-2.57)	1.60 (0.84-3.06)	1.09 (0.57-2.15)
≥20 лет	1.98 (1.11-3.82) *	2.65 (1.21-4.56) *	1.63 (1.12-2.25) *
ИМТ (кг/м²)			
<25	0.85 (0.70-1.03)	0.98 (0.76-1.21)	0.77 (0.56-1.10)
≥25	1.05 (0.82-1.36)	1.07 (0.78-1.44)	1.01 (0.84-1.21)
Локальные:			

Чистка зубов			
0-1 раз в день	1,21 (0,91-1,50)	1,33 (0,86-2,02)	1,24 (0,96-1,60)
≥2 раз	0,95 (0,51-1,47)	1,03 (0,48-2,12)	0,85 (0,69-1,05)
PD			
3-5 мм	0,92 (0,58, 1,26)	0,99 (0,78-1,35)	0,70 (0,40-1,53)
≥6 мм	1,51 (1,19, 1,91) *	1,70 (1,50-1,93) *	1,20 (1,00-1,45) *
PD ≥3 мм			
<15%	0,82 (0,50, 1,53)	0,79 (0,41-1,49)	0,70 (0,30-1,63)
≥15%	1,40 (1,21-1,61) *	1,55 (1,09-2,23) *	1,35 (1,07-1,69) *
CAL			
3-5 мм	0,94 (0,58, 1,63)	1,33 (0,71-2,52)	0,86 (0,51-1,42)
≥6 мм	3,31 (1,52, 7,28) *	4,42 (1,62-11,92) *	2,48 (1,29-4,77) *
CAL ≥3 мм			
<30%	0,91 (0,56, 1,48)	1,12 (0,89-1,42)	1,08 (0,67-1,73)
≥30%	3,24 (1,89, 5,51) *	4,05 (1,65-9,62) *	2,46 (1,47-4,10) *
Примечание: * статистически значимые межгрупповые различия.			
Note: * statistically significant intergroup differences.			

Была изучена взаимосвязь потери зубов с общими факторами риска (рис. 2). В свою очередь локальные предикторы были в значительной степени более сильными и показали большую взаимосвязь с потерей зубов, чем влияние производственных факторов риска и курение. Результат логистического регрессионного анализа выявил повышенные шансы увеличения количества отсутствующих зубов у аппаратчиков со стажем работы свыше 20 лет, подвергавшихся воздействию вредных веществ, по сравнению со второй группой (OR 1,98 [95% ДИ: 1,11-3,82], p=0,001). Повышение риска потери зубов наблюдалось так же у лиц старше 50 лет (OR 1,37 [95% ДИ: 1,02-1,59], p=0,015).

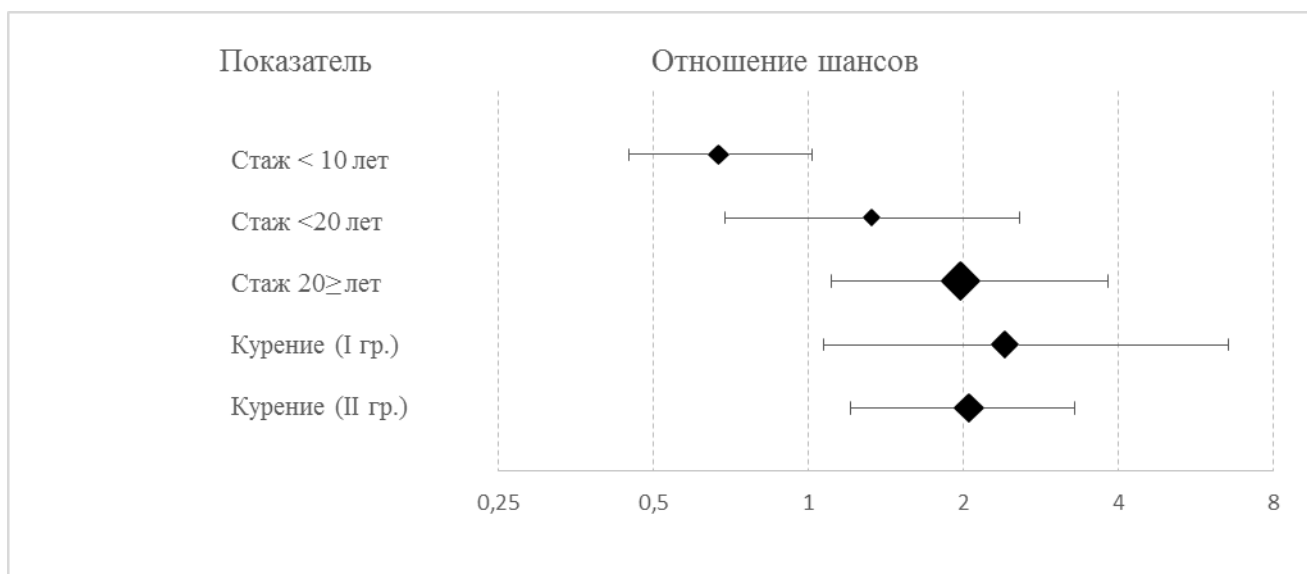


Рис. 2. Зависимость шанса потери зубов от стажа работы и вредных привычек
Figure 2. Dependence of the chance of tooth loss on work experience and bad habits

Обсуждение. Несмотря на все возрастающее количество исследований, изучающих влияние вредных производственных факторов на здоровье полости рта, количество работ, посвященных изучению здоровья работников нефтехимической отрасли, незначительно. Оценка рисков потери зубов у работающих во вредных условиях труда ранее не проводилась. В связи с этим в ходе данной работы исследовалась взаимосвязь между многочисленными факторами и риском потери зубов у работающих во вредных условиях труда.

Производство оксида этилена характеризуется непрерывностью технологического процесса, дистанционным управлением и размещением основного оборудования на открытых площадках. На данном производстве не исключена возможность воздействия на работников неблагоприятных химических факторов. По данным многочисленных исследований, комплекс вредных веществ может попадать в организм при контакте с кожей, дыхательными путями или пероральным путем, оказывая негативное воздействие на организм человека: раздражение дыхательных путей, поражение органов полости рта и увеличение риска развития онкологических заболеваний [14,15,16].

При статистическом анализе связь между потерей зубов и стажем работы до 20 лет была незначительной, вместе с тем риск значительно увеличился у лиц со стажем работы свыше 20 лет.

Результаты клинических и эпидемиологических исследований указывают на связь между курением табака и воспалительными заболеваниями пародонта. У курящих отмечается сниженный репаративный потенциал тканей пародонта и более выраженные деструктивные процессы альвеолярной кости [17,18]. В то же время у лиц, бросивших курить, как и у некурящих, отсутствуют повышенные риски потери зубов [19]. По этой причине в данной работе при анализе влияния курения и риска потери зубов в каждой из

групп мы проводили сравнение показателей между курящими и некурящими либо бросившими курить более 5 лет назад. Полученные нами результаты указывают на повышенные шансы потери зубов у курящих в обеих группах и сопоставимы с результатами в опубликованных ранее исследованиях [20,21,22].

Такие факторы риска, как возраст свыше 50 лет и наличие хронического пародонтита тяжелой степени, также ассоциировались с повышенным риском потери зубов. В то же время установить зависимость значений PD и CAL, являющихся индикаторами активности клинического течения заболевания пародонта, и риска потери зубов на начальных этапах развития заболевания не удалось.

Установлено, что производственные факторы у работников окиси этилена значительно повышают риск потери зубов. Несмотря на полученные данные, позволившие выявить наличие данной зависимости, результаты работы необходимо интерпретировать с осторожностью, в связи с тем, что наряду с изученными нами факторами риска потери зубов имеется ряд других важных предикторов: генетических, микробиологических и иммунологических. Также необходимо учитывать поперечный дизайн исследования, не позволяющий в полной мере установить причинно-следственную связь между воздействием химических веществ на организм работников производства окиси этилена и уровнем патологических изменений в полости рта.

Заключение. Статистически значимые различия, полученные при сравнении показателей между группами, указывают на ведущую роль химических факторов в формировании заболеваний пародонта и высокого риска потери зубов. Необходимы дальнейшие исследования по разработке профилактических мероприятий, которые могли бы способствовать поддержанию здоровья полости рта у работающих во вредных условиях.

Список литературы:

1. Nunn ME. Understanding the etiology of periodontitis: an overview of periodontal risk factors. *Periodontol* 2000. 2003; 32:11–23. doi: 10.1046/j.0906-6713.2002.03202.x.
2. Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. Periodontal diseases. *Lancet*. 2005 Nov 19;366(9499):1809-20. doi: 10.1016/S0140-6736(05)67728-8. PMID: 16298220.
3. Гажва С.И., Гулуев Р.С. Распространенность и интенсивность воспалительных заболеваний пародонта. *Обозрение. Стоматология*. 2012; 1:13-14.
4. Chambrone, L. A., & Chambrone, L. (2006). Tooth loss in well-maintained patients with chronic periodontitis during long-term supportive therapy in Brazil. *Journal of Clinical Periodontology*, 33, 759–764. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2006.00972.x>
5. Kornman K.S. Mapping the pathogenesis of periodontitis: a new look. *J Periodontol*. 2008; 79:1560–1568. <https://doi.org/10.1902/jop.2008.080213>
6. Chambrone, L., Chambrone, D., Lima, L., & Chambrone, L. (2010). Predictors of tooth loss during long-term periodontal maintenance: A systematic review of observational studies. *Journal of Clinical Periodontology*, 37, 675–684.
7. Кабирова М.Ф., Бакиров А.Б., Гиниятуллин И.И., Масагутов Л.М., Усманова И.Н., Усманов И.Р. Оценка стоматологического статуса у аппаратчиков производства этилбензола и стирола. *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2009; 33:39-42.

8. Трофимчук А.А., Кабирова М.Ф., Гуляева О.А., Каримова Л.К., Саяхова Г.А. Стоматологический статус работников горно-обогатительного комбината, занятых добычей и переработкой медно-цинковых руд. Российский стоматологический журнал. 2018; 22(1):64-67. DOI: 10.18821/1728-2802-2018-22-1-64-67
9. Chaturvedi, Pulkit et al. "Assessment of Tooth Wear Among Glass Factory Workers: WHO 2013 Oral Health Survey." Journal of clinical and diagnostic research: JCDR vol. 9,8 (2015): ZC63-6. doi:10.7860/JCDR/2015/13904.6352.
10. Solanki J., Gupta S., Chand S. Oral health of stone mine workers of jodhpur city, rajasthan, India. Saf Health Work. 2014; 5(3): 136-139. doi: 10.1016/j.shaw.2014.05.003
11. Schwendicke, F., Schmietendorf, E., Plaumann, A., Sälzer, S., Dörfer, C., & Graetz, C. (2018). Validation of multivariable models for predicting tooth loss in periodontitis patients. Journal of Clinical Periodontology. 2018 Jun; 45(6):701-710. doi: 10.1111/jcpe.12900.
12. Stadler, A.F.; Mendez, M.; Oppermann, R.V.; Gomes, S.C. Tooth loss in patients under periodontal maintenance in a private practice: A retrospective study. Braz. Dent. J. 2017, 28, 440–446. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201701476>
13. Papapanou PN. Periodontal diseases: epidemiology. Ann Periodontol 1996;1(1):1–36. [PubMed: 9118256]
14. Gerritsen, A. E., Allen, P. F., Witter, D. J., Bronkhorst, E. M., & Creugers, N. H. (2010). Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. Health and quality of life outcomes, 8, 126. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-8-126>
15. Souto, M.L.S., Rovai, E.S., Villar, C.C. et al. Effect of smoking cessation on tooth loss: a systematic review with meta-analysis. BMC Oral Health 19, 245 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0930-2>
16. Hanioka T, Ojima M, Tanaka K, Matsuo K, Sato F, Tanaka H. Causal assessment of smoking and tooth loss: a systematic review of observational studies. BMC Public Health. 2011 Apr 8; 11:221.
17. Janapareddy, K., Parlapalli, V., Pydi, S., Pottem, N., Chatti, P., & Pallekonda, A. (2020). Oral Health Status and Oral Health-Related Quality of Life (OHRQoL) among Steel factory workers of Visakhapatnam-A cross-sectional study. Journal of family medicine and primary care, 9(10), 5309–5315. https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_877_20
18. Sheikh K. Adverse health effects of ethylene oxide and occupational exposure limits. Am J Ind Med. 1984;6(2):117-27. doi: 10.1002/ajim.4700060206.
19. Anand VP, Cogdill CP, Klausner KA, et al. Reevaluation of ethylene oxide hemolysis and irritation potential. J Biomed Mater Res A. 2003;64(4):648–654.
20. Szwiec E, Friedman L, Buchanan S. Levels of Ethylene Oxide Biomarker in an Exposed Residential Community. Int J Environ Res Public Health. 2020 Nov 21;17(22):8646. doi: 10.3390/ijerph17228646.
21. Bergström J, Eliasson S. Cigarette smoking and alveolar bone height in subjects with high standard of oralhygiene. J Clin Periodontol 1987; 14:466-469.
22. Grossi SG, Zambon J, Machtei E, et al. Effects of smoking and smoking cessation on healing after mechanicalperiodontal therapy. J Am Dent Assoc 1997; 128:599-607.

References:

1. Nunn ME. Understanding the etiology of periodontitis: an overview of periodontal risk factors. *Periodontol* 2000. 2003; 32:11–23. doi: 10.1046/j.0906-6713.2002.03202.x.
2. Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. Periodontal diseases. *Lancet*. 2005 Nov 19;366(9499):1809–20. doi: 10.1016/S0140-6736(05)67728-8. PMID: 16298220.
3. Gazhva S.I., Guluev R.S. *Rasprostranennost' i intensivnost' vospalitel'nyh zabolevaniy parodonta*. [Prevalence and intensity of periodontal inflammatory diseases]. *Obozrenie. Stomatologiya*. [Review. Dentistry]. 2012; 1:13–14. (In Russ)
4. Chambrone, L. A., & Chambrone, L. (2006). Tooth loss in well-maintained patients with chronic periodontitis during long-term supportive therapy in Brazil. *Journal of Clinical Periodontology*, 33, 759–764. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2006.00972.x>
5. Kornman K.S. Mapping the pathogenesis of periodontitis: a new look. *J Periodontol*. 2008; 79:1560–1568. <https://doi.org/10.1902/jop.2008.080213>
6. Chambrone, L., Chambrone, D., Lima, L., & Chambrone, L. (2010). Predictors of tooth loss during long-term periodontal maintenance: A systematic review of observational studies. *Journal of Clinical Periodontology*, 37, 675–684.
7. Kabirova M.F., Bakirov A.B., Ginijatullin I.I., Masjagutov L.M., Usmanova I.N., Usmanov I.R. *Otsenka stomatologicheskogo statusa u apparatchikov proizvodstva etilbenzola i stirola*. [Assessment of dental condition of operators involved in the production of ethyl benzene and styrene. *Public Health and Health Care*. 2009; 33:39–42. (In Russ)
8. Trofimchuk A. A., Kabirova M. F., Gulyaeva O. A., Karimova L. K., Salyakhova G. A. *Stomatologicheskii status rabotnikov gorno-obogatitel'nogo kombinata zanyatyh dobychei i pererabotkoy medno-tsinkovyh rud*. [Dental status of workers of mining and processing plant engaged in mining and processing of copper-zinc ores]. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. [Russian dental journal]. 2018; 22(1):64–67. DOI: 10.18821/1728-2802-2018-22-1-64-67 (In Russ)
9. Chaturvedi, Pulkit et al. “Assessment of Tooth Wear Among Glass Factory Workers: WHO 2013 Oral Health Survey.” *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* vol. 9,8 (2015): ZC63–6. doi:10.7860/JCDR/2015/13904.6352.
10. Solanki J., Gupta S., Chand S. Oral health of stone mine workers of jodhpur city, rajasthan, India. *Saf Health Work*. 2014; 5(3): 136–139. doi: 10.1016/j.shaw.2014.05.003
11. Schwendicke, F., Schmietendorf, E., Plaumann, A., Sälzer, S., Dörfer, C., & Graetz, C. (2018). Validation of multivariable models for predicting tooth loss in periodontitis patients. *Journal of Clinical Periodontology*. 2018 Jun; 45(6):701–710. doi: 10.1111/jcpe.12900.
12. Stadler, A.F.; Mendez, M.; Oppermann, R.V.; Gomes, S.C. Tooth loss in patients under periodontal maintenance in a private practice: A retrospective study. *Braz. Dent. J*. 2017, 28, 440–446. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201701476>
13. Papapanou PN. Periodontal diseases: epidemiology. *Ann Periodontol* 1996;1(1):1–36. [PubMed: 9118256]
14. Gerritsen, A. E., Allen, P. F., Witter, D. J., Bronkhorst, E. M., & Creugers, N. H. (2010). Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Health and quality of life outcomes*, 8, 126. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-8-126>

15. Souto, M.L.S., Rovai, E.S., Villar, C.C. et al. Effect of smoking cessation on tooth loss: a systematic review with meta-analysis. *BMC Oral Health* 19, 245 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0930-2>
16. Hanioka T, Ojima M, Tanaka K, Matsuo K, Sato F, Tanaka H. Causal assessment of smoking and tooth loss: a systematic review of observational studies. *BMC Public Health*. 2011 Apr 8; 11:221.
17. Janapareddy, K., Parlapalli, V., Pydi, S., Pottem, N., Chatti, P., & Pallekonda, A. (2020). Oral Health Status and Oral Health-Related Quality of Life (OHRQoL) among Steel factory workers of Visakhapatnam-A cross-sectional study. *Journal of family medicine and primary care*, 9(10), 5309–5315. https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_877_20
18. Sheikh K. Adverse health effects of ethylene oxide and occupational exposure limits. *Am J Ind Med*. 1984;6(2):117-27. doi: 10.1002/ajim.4700060206.
19. Anand VP, Cogdill CP, Klausner KA, et al. Reevaluation of ethylene oxide hemolysis and irritation potential. *J Biomed Mater Res A*. 2003;64(4):648–654.
20. Szwiec E, Friedman L, Buchanan S. Levels of Ethylene Oxide Biomarker in an Exposed Residential Community. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Nov 21;17(22):8646. doi: 10.3390/ijerph17228646.
21. Bergström J, Eliasson S. Cigarette smoking and alveolar bone height in subjects with high standard of oral hygiene. *J Clin Periodontol* 1987;14:466-469.
22. Grossi SG, Zambon J, Machtei E, et al. Effects of smoking and smoking cessation on healing after mechanical periodontal therapy. *J Am Dent Assoc* 1997; 128:599-607.

Поступила/Received: 11.04.2023

Принята в печать/Accepted: 09.08.2023

УДК 616.073: 616.381: 621

АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ СО СТОРОНЫ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ ПО ДАННЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ У РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Загидуллина Н.Н., Валеева Э.Т., Дистанова А.А., Галимова Р.Р.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»,
Уфа, Россия

Введение. Данные УЗИ работников различных производств в процессе проведения периодических медицинских осмотров свидетельствуют о том, что более чем у 80% лиц визуализируются признаки хронических заболеваний органов пищеварения. Часто диагностировались латентные формы холелитиаза, различного вида новообразования. Представляет интерес оценка состояния гепатобилиарной и панкреатодуоденальной зон и у работников машиностроения, что в дальнейшем позволит использовать их в диагностическом процессе.

Цель работы: изучить состояние органов брюшной полости и оценить частоту встречаемости патологии гепатобилиарной и панкреатодуоденальной зоны по данным УЗИ у работников машиностроительной отрасли.

Материалы и методы. Проведено исследование УЗИ органов брюшной полости у 50 работников, предъявляющих жалобы на различного рода боли, диспепсию, дискомфорт со стороны желудочно-кишечного тракта. УЗИ гепатобилиарной и панкреатодуоденальной зон проводилось по стандартной методике. Исследование выполнялось в режиме серой шкалы и цветного доплеровского картирования конвексным датчиком 3,5 МГц на аппарате Artida Arlio фирмы Toshiba.

Результаты. По результатам УЗИ работников машиностроительной отрасли, в структуре изменений гепатобилиарной и панкреатической зон лидирующее положение занимали 2 вида патологии, которые проявлялись в виде диффузных поражений печени у 74% лиц и поджелудочной железы у 84% лиц. У 66% работников наблюдалось сочетание диффузных изменений печени и поджелудочной железы. Данные изменения были выявлены в основном у работников 50-59 лет, имеющих большой стаж работы.

УЗ-признаки хронического холецистита обнаружены у 10 человек (20%), калькулезного холецистита – у 6 человек (12%), очагового образования печени (полип) – у 1 человека (2%). Более 70% работников имели латентное течение заболеваний без клинических проявлений.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, диффузные изменения печени, поджелудочной железы, машиностроение.

Для цитирования: Загидуллина Н.Н., Валеева Э.Т., Дистанова А.А., Галимова Р.Р. Анализ распространенности патологических изменений со стороны органов брюшной полости по данным ультразвуковых исследований (УЗИ) у работников машиностроения. Медицина труда и экология человека. 2023: 73-84.

Для корреспонденции: Загидуллина Надия Нагимовна, врач ультразвуковой диагностики отделения инструментальных методов исследования ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: nadiya_58@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10306>

ANALYSIS OF THE PREVALENCE OF PATHOLOGICAL CHANGES IN THE ABDOMINAL ORGANS OF MECHANICAL ENGINEERING WORKERS BASED ON THE ULTRASONIC FINDINGS

Zagidullina N. N., Valeeva E. T., Distanova A. A., Galimova R. R.

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

Introduction. Ultrasound findings of workers of various industries during periodic check ups indicate that more than 80% of subjects have signs of chronic diseases of the digestive system. Latent forms of cholelithiasis, various types of neoplasms were often diagnosed. It is of interest to assess the state of the hepatobiliary and pancreatoduodenal areas in mechanical engineering workers, which will later allow them to be used in the diagnostic process.

Purpose of the work: to study the state of the abdominal organs and to assess the frequency of pathology of the hepatobiliary and pancreatolyenal areas according to ultrasound findings among mechanical engineering workers.

Materials and methods. An ultrasound study of the abdominal organs was carried out in 50 workers who complained of various kinds of pain, dyspepsia, discomfort from the gastrointestinal tract. Ultrasound of the hepatobiliary and pancreatolyenal area was performed according to the standard technique. The study was carried out in the gray scale mode and color Doppler mapping with a 3.5 MHz convex probe on a Toshiba Artida Aplio device.

Results. According to the ultrasound results of mechanical engineering workers, in the structure of changes in the hepatobiliary and pancreatic zones 2 types of pathology ranked first. They manifested themselves in the form of diffuse lesions of the liver - in 74% of subjects and the pancreas - in 84% of subjects. In 66% of workers, a combination of diffuse changes in the liver and pancreas was also observed. These changes were found mainly among workers aged 50-59 years with a long work experience.

Ultrasound signs of chronic cholecystitis were found in 10 subjects (20%), 6 subjects (12%) had signs of calculous cholecystitis, focal liver formation (polyp) in 1 person (2%). More than 70% of workers had a latent course of diseases without clinical manifestations.

Keywords: ultrasound diagnostics, diffuse changes in the liver, pancreas, mechanical engineering.

For citation: Zagidullina N. N., Valeeva E. T., Distanova A. A., Galimova R. R. Analysis of the prevalence of pathological changes in the abdominal organs of mechanical engineering workers based on the ultrasonic findings. Occupational health and human ecology.2023:73-84.

For correspondence: Nadiya N. Zagidullina, Ultrasound Diagnostics Physician, Department of Functional Research Methods, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: nadiya_58@mail.ru

Financing. The study had no financial support.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10306>

Ультразвуковые исследования являются важнейшим объективным методом визуальных способов диагностики основных патологических проявлений со стороны внутренних органов. В настоящее время невозможно представить современный диагностический процесс без различных методов УЗИ. Преимуществом УЗИ перед другими исследованиями является его доступность, неинвазивность, практическое отсутствие противопоказаний для его назначения, возможность неоднократного использования для скрининговых исследований даже в течение суток, быстрота проведения, что очень важно в экстренных ситуациях, относительная дешевизна и возможность получения моментального диагностического результата.

Использование УЗИ при проведении обязательных медицинских осмотров в настоящее время регламентировано приказом Минздрава России от 28.01.2021 №29н, где указывается на обязательное использование метода у работников с определенными вредными факторами рабочей среды. По оценке различных авторов, по данным ПМО установлено, что практически здоровыми признаны лишь 20,9% работников, при этом болезни печени и желчевыводящих путей встречаются у 2,4% работников, хронический холецистит выявляется от 1,5% до 4,1%, желчекаменная болезнь (ЖКБ) у 0,9% лиц [1,2,3].

В доступной нам литературе имеется значительное количество исследований по анализу данных УЗИ у работников различных отраслей промышленности. Ряд работ посвящен изучению показателей УЗИ у работников химических производств, поскольку по данным ПМО у них регистрируются повышенные уровни хронических заболеваний органов пищеварения. Заболевания печени, поджелудочной железы и желчевыводящих путей у работников производств, подвергающихся действию органических растворителей и веществ азотной группы, являются профессиональными [4,5,6].

Так, установлено, что у 67,9% обследуемых лиц нефтехимических производств, имеющих контакт с гепатотропными веществами, выявлено увеличение в той или иной мере размеров печени, в 58,9% наблюдалось изменение эхогенности печени, чаще в сторону повышения, что является свидетельством развивающегося жирового гепатоза и, возможно, начальных проявлений токсического гепатита [7-11].

У операторов и аппаратчиков химических предприятий признаки хронического холецистита, по данным УЗИ, встречались в 52,6% исследований, жировая инфильтрация более чем у 35% лиц исследуемой группы. Данная патология у мужчин встречалась в 1,5 раза чаще, чем у женщин, что позволило автору высказать предположение о влиянии на развитие патологических изменений со стороны гепатобилиарного тракта дополнительного алиментарного фактора (алкоголь, нерациональное питание с превалированием жирной пищи). Кроме того, у работников выявлено и повышение эхогенности ткани поджелудочной железы в 73,1% [12-14]. В то же время в отдельных исследованиях по изучению состояния печени у работников нефтехимических производств было показано, что в отличие от гепатита алкогольной и лекарственной этиологии характерным морфологическим признаком токсического гепатита у работников химических производств является диффузный характер жировой инфильтрации. Изменения со стороны стромы заключались в умеренном склерозе портальной системы. В 2% от общего числа осмотренных имел место токсический гепатит [15].

Проводилось и изучение УЗ-изменений при хроническом воздействии угольно-породной пыли и фторида натрия, которое характеризовалось развитием однотипных

морфологических изменений в печени и ее сосудах от начальных до выраженных дегенеративных и фибробластических нарушений стромального и паренхиматозного компонентов. Признаки хронического холецистита визуализировались в 34,8%, а ультразвуковые признаки хронического гепатита были выявлены у 5 работников из 593 обследованных [14,16,17].

У работников нефтяной промышленности изучались профессиональные аспекты холелитиаза, при этом из обследованных пациентов с ЖКБ 41,1% пациентов были заняты физическим трудом, 36,7% составили инженерно-технические работники. Среди мужчин с ЖКБ, занятых физическим трудом, 33% работали в профессии слесаря-ремонтника. В большинстве случаев, по результатам УЗИ, у них обнаруживалась латентная форма холелитиаза – 69%. У ряда работников диагностированы впервые различного рода новообразования (кисты печени, полипы, подозрения на злокачественные формы заболевания поджелудочной железы) [16,18-20].

При оценке эхоструктуры печени у работников нефтедобычи в 47% случаев верифицировалась повышенная эхогенность ткани печени и в 2 раза чаще были выявлены изменения структуры желчного пузыря по сравнению с группой контроля [13].

Машиностроение, наряду с химической и нефтяной отраслями, относится к числу крупных базовых отраслей российской промышленности. Одним из самых значимых секторов производства является среднее машиностроение. В его состав входит автомобилестроение, тракторостроение, станкостроение и т.д. Гигиеническими исследованиями установлено, что для большинства рабочих мест в этой отрасли характерно воздействие на работников совокупности вредных производственных факторов, таких как шум, вибрация, комплекс токсических веществ (уайтспирт, фенол, ксилол, толуол, аммиак, формальдегид, хромовый ангидрид, свинец и его соединения, неорганические соединения азота, аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия [21]). Работ по изучению состояния желудочно-кишечного тракта у работников машиностроения по данным УЗИ в доступной нам литературе мы не встретили. В связи с вышеизложенным представляет интерес оценка состояния гепатобилиарной и панкреатодуоденальной зон у работников машиностроения, что в дальнейшем позволит использовать их в диагностическом процессе. Кроме того, по разным данным, большое количество пациентов страдает различными «немыми» формами очаговых поражений печени и поджелудочной железы, которые могут потенциально подвергаться злокачественной трансформации, что обуславливает актуальность ранней достоверной диагностики этой патологии [22].

Цель исследования: изучить состояние органов брюшной полости и оценить частоту встречаемости патологии гепатобилиарной и панкреатолиенальной зоны по данным УЗИ у работников машиностроительной отрасли.

Материалы и методы. По результатам проведения периодического медицинского осмотра выделена группа работников в количестве 50 человек, предъявляющих жалобы на различного рода боли, диспепсию, дискомфорт со стороны желудочно-кишечного тракта. Все они были направлены на обследование в условиях стационара, проведено ультразвуковое исследование органов брюшной полости. Работники обоего пола (мужчин 22 чел., женщин 38 чел.) в возрасте от 29 до 65 лет (средний возраст 51,4). Исследуемые трудились в профессиях слесаря, электрогазосварщика, наладчика, аккумуляторщика, гальваника, маляра, водителя погрузчика, водителя-испытателя, изолировщика, крановщика,

токаря, сверловщика, стропальщика. УЗИ гепатобилиарной и панкреатолиенальной зон проводилось по стандартной методике. Исследование выполнялось в режиме серой шкалы и цветного доплеровского картирования конвексным датчиком 3,5 МГц на аппарате Artida Arlio фирмы Toshiba.

Результаты. Проведенные исследования показали, что ультразвуковые изменения со стороны органов брюшной полости выявлены у всех обследуемых.

По возрастным группам работники распределились следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Возрастные группы работников

Table 1

Age groups of workers

Возраст	Количество человек
20-29 лет	2%
30-39 лет	10%
40-49 лет	20%
50-59 лет	60%
60-69 лет	8%

Анализ показал, что основная масса исследуемых (60%) находилась в возрастной группе 50-59 лет, далее следует возрастная группа 40-49 лет (20%) и 30-39 лет (10%).

Комплексный подход к оценке гепатобилиарной зоны у пациентов позволил выявить следующие ультразвуковые патологические изменения. В 74% случаев у пациентов были выявлены диффузные изменения печени, которые у 35 работников (71%) проявлялись в виде нормальных или увеличенных размеров одной или обеих долей. Увеличение правой доли печени находилось в пределах 1-3 см, левой доли - 1-1,5 см. При этом контуры печени были ровные, отмечалось снижение звукопроводимости, ослабление сосудистого рисунка. Важным проявлением диффузных изменений печени являлось повышение эхогенности различной степени выраженности, в то же время структура была однородная и мелкозернистая. Все вышеперечисленное соответствовало диффузной форме жирового гепатоза. У 1 пациента (2 %) из этой группы наблюдалась неоднородность структуры за счет отдельных крупных участков повышенной эхогенности, что является признаком локальной формы жирового гепатоза.

У 2 человек (4%) с диффузными изменениями печени были выявлены закругленные края печени, крупная зернистость структуры, а также перипортальный и интрапаренхиматозный фиброз по ходу венозных сосудов. Данные ультразвуковые изменения соответствуют картине хронического гепатита. Этим работникам после осмотра врача-терапевта было дано направление к врачу-инфекционисту и рекомендовано динамическое УЗИ через 6 месяцев.

При скрининговом УЗИ у 1 пациента (2%) было обнаружено очаговое образование печени в виде анэхогенного, однородного, округлого образования с четкими ровными

контурами с эффектом дорсального усиления, что соответствовало простой (непаразитарной) кисте и также явилось основанием для назначения УЗ-наблюдения в динамике за размерами образования.

При обследовании панкреатолиенальной зоны изменения поджелудочной железы были выявлены у 42 работников (84%). При осмотре размеры железы находились в пределах нормы, однако контуры были неровные, эхогенность повышена. Наблюдалась диффузная неоднородность структуры в 80% случаев за счет хаотически чередующихся участков средней или повышенной эхогенности, у 4% работников структура была достаточно однородная, протоковая система не расширена. Подобные ультразвуковые изменения соответствуют диффузным изменениям поджелудочной железы, в частности, можно сделать предположение о наличии у обследованных хронического панкреатита.

Следует отметить, что у 33 пациентов (66% от всех обследованных) наблюдалось сочетание ультразвуковых признаков диффузных изменений печени и поджелудочной железы.

УЗ-картина патологии желчного пузыря была обнаружена в 16 случаях (32%) и проявлялась в виде измененной неоднородной, неравномерно утолщенной до 3 мм стенки с неровным внутренним или внешним контуром. У 6 человек (12%) при этом в просвете определялись подвижные конкременты различных размеров (от 5 мм до 1,5 см) с наличием эхотени. Подобная УЗ-картина соответствует калькулезному холециститу. При сборе анамнеза оказалось, что 80% работников не знали о наличии конкрементов в полости желчного пузыря, при этом 75% из них жаловались на ноющие, тупые боли в правом подреберье и усиление болей при положении лежа на спине. Ряду пациентов было дано направление на консультацию к хирургу для решения вопроса о плановой холецистэктомии.

У 2 обследованных (4%) пристеночно в просвете желчного пузыря определялись неподвижные несмещаемые эхопозитивные структуры размером до 10 мм без эхотени. Данная акустическая картина является характерной для полипов желчного пузыря. С целью дифференциальной диагностики и наблюдения за изменениями плюск-ткани было рекомендовано динамическое ультразвуковое обследование через 3 месяца.

Нами проведено изучение частоты патологических изменений у обследованных в зависимости от возраста и стажа работы. Оказалось, что наибольшее количество изменений со стороны печени, поджелудочной железы и желчного пузыря наблюдалось у лиц 50-59 лет (48, 58 и 22% соответственно) (табл. 2).

Таблица 2

Количество патологических изменений гепатобилиарной и панкреатической зон у обследованных в зависимости от возраста (абс., %)

Table 2

The number of pathological changes in the hepatobiliary and pancreatic zones in the examined depending on age (abs., %)

Возраст	Изменения печени	Изменения поджелудочной железы	УЗ-признаки хронического холецистита	УЗ-признаки калькулезного холецистита	Очаговые изменения печени
20-29	-	1 (2%)	-	-	-
30-39	5 (10%)	3 (6%)	4 (8%)	1 (2%)	-
40-49	6 (12%)	6 (12%)	1 (2%)	2 (4%)	1 (2%)
50-59	24 (48%)	29 (58%)	11 (22%)	3 (6%)	-
60-69	2 (4%)	3 (6%)	-	-	-

Диффузные изменения со стороны изученных органов в большей степени диагностировались у лиц со стажем 11-21 год (печень - 34%, поджелудочная железа - 38%) (табл. 3).

Таблица 3

Количество УЗ-изменений печени и поджелудочной железы у обследованных в зависимости стажа (абс., %)

Table 3

The number of ultrasound changes in the liver and pancreas in the examined depending on the length of service (abs., %)

Стаж	Диффузные изменения печени	Диффузные изменения поджелудочной железы
До 10 лет	15 (30%)	16 (32%)
11-21 год	17 (34%)	19 (38%)
Свыше 21 года	5 (10%)	7 (12%)

Обсуждение. Ультразвуковое исследование – необходимый, обязательный метод в системе обследования работников как в процессе проведения обязательных профилактических осмотров, так и для последующего дообследования и наблюдения за лицами, у которых выявлена та или иная патология.

Изложенные данные показали, что по результатам УЗИ работников машиностроительной отрасли в структуре изменений гепатобилиарной и панкреатической зон лидирующее положение занимают 2 вида патологии, которые проявлялись в виде диффузных поражений печени – у 74% лиц и поджелудочной железы - у 84% лиц. В 21% случаев диффузные изменения печени сопровождались увеличением ее размеров.

Более чем у половины пациентов (66%) мы наблюдали сочетание сонографических признаков диффузных изменений печени и поджелудочной железы. Другие патологические изменения со стороны обследуемых зон брюшной полости распределились следующим образом: УЗ-признаки хронического холецистита обнаружены у 10 человек (20%), калькулезного холецистита – у 6 человек (12%), очагового образования печени (полип) – у 1 человека (2%).

Обратил на себя внимание тот факт, что более 70% работников не знали об имеющихся у них изменениях, особенно таких, которые могут привести к развитию острой хирургической патологии (конкременты желчного пузыря), а также образований, склонных к озлокачествлению (полипы желчного пузыря).

Безопасность, неинвазивность, информативность УЗИ, отсутствие лучевой нагрузки и вредного воздействия на пациента позволяет при скрининговом осмотре работников своевременно выявить патологические изменения исследуемых органов, рекомендовать проведение дополнительных методов диагностики, осуществить необходимые лечебно-профилактические мероприятия и проводить диспансерное наблюдение.

Выводы:

1. Скрининговое УЗ-обследование органов брюшной полости у работников машиностроительной отрасли выявило преимущественно диффузный тип патологических состояний со стороны печени в виде жирового гепатоза у 74% и диффузных изменений поджелудочной железы по типу хронического гепатита у 84% лиц.
2. Патология желчного пузыря проявлялась УЗ-признаками хронических холециститов, в том числе и калькулезных, у 32% работников, в единичных случаях визуализированы изменения по типу полипов.
3. Признаки диффузного поражения печени и поджелудочной железы выявлены в основном у работников 50-59 лет и с большим стажем работы.
4. Эхография брюшной полости является эффективным диагностическим методом, позволяющим определить различные патологические изменения со стороны органов брюшной полости, в том числе опухолевые и предопухолевые, и использовать его в дифференциальной диагностике заболеваний.

Список литературы:

1. Бадамшина Г.Г., Каримова Л.К., Бакирова А.Э., Тимашева Г.В. Заболевания органов пищеварения у работников производства полиэфирных смол. Современные проблемы гигиенической науки и медицины труда. Научно-практическая конференция с международным участием. 22-23 сентября, 2010: 256-257.
2. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Фаттахова Л.А. Оценка состояния желудочно-кишечного тракта у нефтяников Башкирии. Материалы V Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». Москва 30.10-2.11 2006: 113-114.
3. Балабанова Л.А., Камаев С.И., Имамов А.А., Радченко О.Р. Оценка риска нарушения состояния здоровья работников машиностроения. Гигиена и санитария. 2020: 76-79.

4. *Помяткина Т.Е., Першин А.Н.* Производственно обусловленные заболевания органов пищеварения у работников химических производств Западной Сибири». Гигиена и санитария. 2010; 1: 62.
5. Руководство по ультразвуковой диагностике под ред. П.Е.С. Пальмера, ВОЗ, Женева, 2000.
6. *Заболотникова О.Д., Пиктушанская Т.Е., Яковлев И.В.* Методы ультразвуковой диагностики в комплексном обследовании работников вредных производств. Медицина труда и промышленной экологии. 2018; 7: 56-58.
7. *Галимова Р.Р., Бакиров А.Б., Валеева Э.Т.* Токсические поражения печени у работников нефтехимического производства. Меры профилактики. Информационно- методическое письмо. Уфа. 2012: 7-10.
8. *Мышкин В.А., Бакиров А.Б., Калимуллина Д.Х., Валеева Э.Т., Ретина Э.Ф., Галимова Р.Р.* Принципы ранней диагностики и профилактики токсических поражений печени, индуцированных воздействием химических веществ техногенного происхождения. Методические рекомендации. Уфа. 2015: 4.
9. *Валеева Э.Т., Каримова Л.Р., Чурмантаева С.Х.* Результаты абдоминального ультразвукового исследования рабочих-нефтяников АО «Башнефть» в условиях проведения периодических медосмотров. Экология, труд, здоровье. Взгляд в XXI век. Материалы докладов, часть I. Уфа, 1999: 104-106.
10. *Громов А.И., Рыбчинский С.С.* Значение ультразвукового исследования в диагностике жирового гепатоза, Клиническая медицина. 2009; 8: 64-66.
11. *Рыжов В.М., Шаповалова В.П., Рудоманова И.В., Калинина Г.А.* Гепатобилиарная система у работающих с гепатотропными химическими веществами. Медицина труда и промышленная экология. 2004; 8: 41-44.
12. *Бугаева М.С., Бондарев О.И., Михайлова Н.Н., Горохова Л.Г.* Сравнительная оценка морфологических механизмов поддержания структурного гомеостаза печени в динамике воздействия на организм угольно - породной пыли и фторида натрия. Медицина труда и промышленная экология. 2020; 60: 193.
13. *Устинова О.Ю., Аминова А.И., Пономарев Т.А.* Ранняя диагностика патологии печени у работников предприятий нефтедобычи. Здоровье населения и среда обитания. 2012; 9: 25.
14. *Тараненко Л.А.* Патология пищеварительной системы у работников химического производства метанола и формалина». Медицина труда и промышленная экология. 2012; 2: 35.
15. *Галимова Р.Р., Валеева Э.Т., Кучумова З.Ф.* Клиническая картина токсического поражения печени у работников нефтехимических производств» Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов научно- исследовательских организаций Роспотребнадзора. «Актуальные проблемы профилактической медицины, среды обитания и здоровья населения». 25-27 сентября 2013г. Уфа. Стр.51-53.
16. *Сайфутдинов Р.Г., Рыжова О.В.* Профессиональные аспекты холелитиаза у работников нефтяной промышленности. Казанский медицинский журнал. Т. LXXXVIII; 2007; 5: 497.
17. *Ильиных М.В.* Патология гастродуоденальной зоны при заболеваниях пылевой этиологии». Здоровоохранение Российской Федерации. 2013;5: 47.

18. Шайхлисламова Э.Р., Валеева Э.Т., Гимранова Г.Г. Сравнительный анализ профессиональной заболеваемости работников нефтедобывающей и горнодобывающей промышленности Республики Башкортостан. Медицина труда и промышленная экология. 2017; 9: 211.
19. Помыткина Т.Е. Состояние здоровья работников при производстве соединений азотной группы (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2014; 3: 39-45.
20. Федорович С.В., Худницкий С.С., Маркова А.Г., Цыганкова О.А. Болезни желудочно-кишечного тракта у работников, контактирующих с полициклическими ароматическими углеводородами». Медицинский журнал. 2012; 3: 126-128.
21. Дистанова А.А., Валеева Э.Т., Галимова Р.Р., Борисова А.И., Файзуллина Г.А. Гигиеническая оценка условий труда у работников машиностроения. Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. 2018: 380-381.
22. Сабирова Р.М., Фаттахова Н.Ф., Сабирова З.Ф. Мониторинг здоровья населения по результатам УЗИ-исследования. Гигиена и санитария. 2004; 6: 41.

References

1. Badamshina G.G., Karimova L.K., Bakirova A.Je., Timasheva G.V. *Zabolevanija organov pishhevarenija u rabotnikov proizvodstva polijefirnyh smol.* [Diseases of the digestive system in workers in the production of polyester resins]. *Modern problems of hygienic science and occupational medicine. Scientific and practical conference with international participation. 22-23 Sovremennye problemy gigenicheskoy nauki i mediciny truda.* Nauchno-prakticheskaja konferencija s mezhdunarodnym uchastiem. 22-23 sentjabrja, 2010: 256-257. (In Russ)
2. Gimranova G.G., Bakirov A.B., Fattahova L.A. *Ocenka sostojanija zheludochno-kishechnogo trakta u neftjanikov Bashkirii.* [Assessment of the state of the gastrointestinal tract in oil workers of Bashkiria]. *Materialy V Vserossijskogo kongressa «Professija i zdorov'e».* Moskva [Proceedings of the All-Russian congress "Occupation and health"]. Moscow. 30.10-2.11 2006: 113-114. (In Russ)
3. Balabanova L.A., Kamaev S.I., Imamov A.A., Radchenko O.R. *Ocenka riska narushenija sostojanija zdorov'ja rabotnikov mashinostroenija.* [Assessment of the risk of violation of the health status of machine building workers]. *Gigiena i sanitarija.* [Hygiene and sanitation]. 2020: 76-79. (In Russ.)
4. Pomytkina T.E., Pershin A.N. *Proizvodstvenno obuslovlennye zabolevanija organov pishhevarenija u rabotnikov himicheskix proizvodstv Zapadnoj Sibiri».* [Occupational diseases of the digestive system in workers of chemical industries in Western Siberia]. *Gigiena i sanitarija.* Hygiene and sanitation]. 2010; 1: 62. (In Russ)
5. *Rukovodstvo po ul'trazvukovoj diagnostike pod red. P.E.S. Pal'mera, VOZ, Zheneva, 2000.* [Guide to ultrasound diagnostics], ed. DOG. Palmera, WHO, Geneva, 2000. (In Russ)
6. Zabolotnikova O.D., Piktushanskaja T.E., Jakovlev I.V. *Metody ul'trazvukovoj diagnostiki v kompleksnom obsledovanii rabotnikov vrednyx proizvodstv.* [Methods of ultrasound diagnostics in a comprehensive examination of workers in hazardous industries]. *Medicina truda i promyshlennoj jekologii.* [Occupational health and industrial ecology]. 2018; 7: 56-58. (In Russ)

7. Galimova R.R., Bakirov A.B., Valeeva Je.T. *Toksicheskie porazhenija pecheni u rabotnikov neftehimicheskogo proizvodstva. Mery profilaktiki*. [Toxic lesions of the liver in petrochemical workers. Prevention measures]. *Informacionno-metodicheskoe pis'mo*. [Information-methodological letter]. Ufa. 2012: 7-10. (In Russ)
8. Myshkin V.A., Bakirov A.B., Kalimullina D.H., Valeeva Je.T., Repina Je.F., Galimova R.R. *Principy rannej diagnostiki i profilaktiki toksicheskikh porazhenij pecheni, inducirovannyh vozdeystviem himicheskikh veshhestv tehnogennogo proishozhdenija*. [Principles of early diagnosis and prevention of toxic liver damage induced by exposure to chemicals of technogenic origin]. *Metodicheskie rekomendacii*. [Guidelines]. Ufa. 2015: 4. (In Russ)
9. Valeeva Je.T., Karimova L.R., Churmantaeva S.H. *Rezultaty abdominal'nogo ul'trazvukovogo issledovaniya rabochih-neftjanikov AO «Bashneft» v uslovijah provedeniya periodicheskikh medosmotrov*. [Abdominal Ultrasound Results of AO Oil Workers Bashneft under the conditions of periodic medical examinations]. *Jekologija, trud, zdorov'e. Vzglyad v HHI vek. Materialy dokladov*. [Ecology, labour, health. A look into the 21st century]. Part' I. Ufa, 1999: 104-106. (In Russ)
10. Gromov A.I., Rybchinskiy S.S. *Znachenie ul'trazvukovogo issledovaniya v diagnostike zhirovogo gepatoza*. [The value of ultrasound in the diagnosis of fatty hepatosis]. *Klinicheskaja medicina*. [Klinical medicine]. 2009; 8: 64-66. (In Russ)
11. Ryzhov V.M., Shapovalova V.P., Rudomanova I.V., Kalinina G.A. *Gepatobiliarnaja sistema u rabotajushchih s gepatotrofnymi himicheskimi veshhestvami*. [Hepatobiliary system in workers with hepatotropic chemicals]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. [Occupational health and industrial ecology]. 2004; 8: 41-44. (In Russ)
12. Bugaeva M.S., Bondarev O.I., Mihajlova N.N., Gorohova L.G. *Sravnitel'naja ocenka morfoloicheskikh mehanizmov podderzhanija strukturnogo gomeostaza pecheni v dinamike vozdeystvija na organizm ugol'no - porodnoj pyli i ftorida natrija*. [Comparative assessment of the morphological mechanisms of maintaining the structural homeostasis of the liver in the dynamics of the impact on the body of coal dust and sodium fluoride]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. [Occupational health and industrial ecology]. 2020; 60: 193. (In Russ)
13. Ustinova O.Ju., Aminova A.I., Ponomarev T.A. *Rannjaja diagnostika patologii pecheni u rabotnikov predpriyatij neftedobychi*. [Early diagnosis of liver pathology in oil production workers]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya*. [Health of population and environment]. 2012; 9: 25. (In Russ)
14. Taranenko L.A. *Patologija pishhevaritel'noj sistemy u rabotnikov himicheskogo proizvodstva metanola i formalina*. [Pathology of the digestive system in workers in the chemical production of methanol and formalin]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. [Occupational health and industrial ecology]. 2012; 2: 35. (In Russ)
15. Galimova R.R., Valeeva Je.T., Kuchumova Z.F. *Klinicheskaja kartina toksicheskogo porazhenija pecheni u rabotnikov neftehimicheskikh proizvodstv*. [Clinical picture of toxic liver damage in petrochemical workers. All-Russian scientific and practical conference of young scientists and specialists from research organizations of Rospotrebnadzor]. *Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija molodyh uchenyh i specialistov nauchno-issledovatel'skikh organizacij Rospotrebnadzora. «Aktual'nye problemy profilakticheskoy*

- mediciny, srede obitanija i zdorov'ja naselenija». Urgent problems of preventive medicine, environment, and population health. 25-27 September 2013. Ufa. P.51-53. (In Russ)
16. Saifutdinov R.G., Ryzhova O.V. *Professional'nye aspekty holelitiaza u rabotnikov nefljanoy promyshlennosti*. [Occupational aspects of cholelithiasis in oil industry workers] *Kazanskij medicinskij zhurnal*. [Kazan Medical Journal]. V. LXXXVIII; 2007; 5: 497. (In Russ)
 17. Il'inyh M.V. *Patologija gastroduodenal'noj zony pri zabolevanijah pylevoj jetiologii*. [Pathology of the gastroduodenal zone in diseases of dust etiology]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*. [Russian health]. 2013; 5: 47. (In Russ)
 18. Shajhlislamova Je.R., Valeeva Je.T., Gimranova G.G. *Sravnitel'nyj analiz professional'noj zabolevaemosti rabotnikov neftedobывajushhej i gornodobывajushhej promyshlennosti Respubliki Bashkortostan*. [Comparative analysis of occupational morbidity of workers in the oil and mining industry of the Republic of Bashkortostan]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. [Occupational health and industrial ecology]. 2017; 9: 211. (In Russ)
 19. Pomytkina T.E. *Sostojanie zdorov'ja rabotnikov pri proizvodstve soedinenij azotnoj grupy (obzor literatury)*. [The state of health of workers in the production of compounds of the nitrogen group (literature review)]. *Gigiena i sanitarija*. [Hygiene and sanitation]. 2014; 3: 39-45. (In Russ)
 20. Fedorovich S.V., Hudnickij S.S., Markova A.G., Cygankova O.A. *Bolezni zheludochno-kishechnogo trakta u rabotnikov, kontaktirujushhih s policiklicheskim aromaticeskimi uglevodorodami*. [The state of health of workers in the production of compounds of the nitrogen group (literature review)]. *Medicinskij zhurnal*. [Medical journal]. 2012; 3: 126-128. (In Russ)
 21. Distanova A.A., Valeeva Je.T., Galimova R.R., Borisova A.I., Fajzullina G.A. *Gigienicheskaja ocenka uslovij truda u rabotnikov mashinostroenija*. [Hygienic assessment of working conditions for mechanical engineering workers]. *Sovremennye problemy jepidemiologii, mikrobiologii i gigieny*. Materialy HI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh i specialistov Rospotrebnadzora. [Modern problems of epidemiology, microbiology and hygiene. Proceedings of the All-Russian scientific practical conference of young researchers and specialists of Rospotrebnadzor]. 2018: 380-381. (In Russ)
 22. Sabirova R.M., Fattahova N.F., Sabirova Z.F. *Monitoring zdorov'ja naselenija po rezul'tatam UZI-issledovanija*. [Population health monitoring based on the results of ultrasound examination]. *Gigiena i sanitarija*. [Hygiene and sanitation]. 2004; 6: 41. (In Russ)

Поступила/Received: 27.03.2023

Принята в печать/Accepted: 19.04.2023

УДК 616.314-085

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВ МОНОМЕРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА

Гимаева З.Ф., Галимова Р.Р., Зайдуллин И.И., Каримова Л.К., Бейгул Н.А.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»

Резюме. Химический комплекс является базовой отраслью российской экономики, включающей производство различных химических веществ, волокон, нитей, синтетических каучуков и др. На предприятиях отрасли сохраняется негативное воздействие производственных стресс-факторов на здоровье работников.

Целью настоящей работы является изучение распространенности хронических неинфекционных заболеваний у работников производств мономеров с последующей разработкой профилактических мероприятий.

Методология. Исследования выполнены на крупнейшем предприятии химической отрасли, расположенном в Приволжском федеральном округе. По результатам гигиенических исследований, в ходе периодических медицинских осмотров сформированы 2 группы работников: основную группу составили аппаратчики (1714 человек), группа сравнения представлена работниками центра автоматизации (920 человек).

Результаты. Анализ состояния здоровья показал, что 76,7% аппаратчиков имели различные хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ): костно-мышечной системы, системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения. Распространенность указанных классов заболеваний у аппаратчиков существенно отличалась от аналогичных показателей группы сравнения. При изучении распространенности стоматологических заболеваний у аппаратчиков производства мономеров хронический пародонтит тяжелой степени диагностировался у 22,1%, что более чем в два раза превышает показатель группы сравнения (критерий χ^2 , $p < 0,001$).

Заключение. Проведенные гигиенические исследования подтверждают влияние производственно-профессиональных факторов на уровни и структуру ХНИЗ у аппаратчиков и указывают на необходимость оздоровления условий труда и проведения медицинской реабилитации работников. Группы диспансерного наблюдения определяются в зависимости от необходимых оздоровительно-реабилитационных мероприятий, которые могут быть осуществлены в условиях профилактория, санатория в период стабилизации патологического процесса. Оздоровительные мероприятия для данной группы должны обязательно включать пропаганду здорового образа жизни, борьбу с избыточной массой тела, вредными привычками, регулярные занятия спортом, получение навыков борьбы с психологической нагрузкой, а также использование методов, повышающих адаптационные возможности организма.

Ключевые слова: химическое производство, производственные факторы риска, хронические неинфекционные заболевания, заболевания полости рта.

Для цитирования. Гимаева З.Ф., Галимова Р.Р., Зайдуллин И.И., Каримова Л.К., Бейгул Н.А. Состояние здоровья работников в условиях производств мономеров для получения синтетического каучука. Медицина труда и экология человека. 2023;85-98.

Для корреспонденции: Зайдуллин Искандер Ильдарович, врач стоматолог, м.н.с. отдела медицины труда Уфимского научно-исследовательского института медицины труда и экологии человека, Уфа, Российская Федерация, iskanderdent@yahoo.com.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10307>

HEALTH STATUS OF WORKERS PRODUCING MONOMERS FOR OBTAINING SYNTHETIC RUBBER

Gimaeva Z.F., Galimova R.R., Zaidullin I.I., Karimova L.K., Beigul N.A.

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

The chemical complex is the basic branch of the Russian economy, including the production of various chemicals, fibers, threads, synthetic rubbers, etc. The industry's enterprises continue to have a negative impact of industrial stress factors on the health of workers.

The purpose of this work is to study the prevalence of chronic non-communicable diseases among monomer production workers with the subsequent development of preventive measures.

Methodology. The studies were carried out at the largest enterprise in the chemical industry, located in the Volga Federal Okrug. Based on the results of hygienic studies during periodic health check-ups, 2 groups of workers were formed: the main group consisted of 1714 apparatchiks, the comparison group was represented by workers of the automation center (920 subjects).

Results. Analysis of the health status showed that 76.7% of apparatchiks had various chronic non-communicable diseases (CNCD): musculoskeletal system, circulatory system, respiratory and digestive organs. The prevalence of these classes of diseases among apparatchiks differed significantly from similar indicators in the comparison group. When studying the prevalence of dental diseases among monomer production operators, severe chronic periodontitis was diagnosed in 22.1%, which is more than twice as high as in the comparison group (χ^2 criterion, $p < 0.001$).

Conclusion. The conducted hygienic studies confirm the influence of production and occupational factors on the levels and structure of NCDs among apparatchiks and indicate the need to improve working conditions and conduct medical rehabilitation. Chemical production workers should be divided into dispensary observation groups depending on the necessary health and rehabilitation measures in a dispensary, sanatorium during the process stabilization period. Health-improving measures for this group must necessarily include the promotion of a healthy lifestyle, the fight against overweight, bad habits, regular sports activities, psychological stress, and the use of methods that increase the adaptive capacity of the body.

Keywords: chemical production, occupational risk factors, chronic non-communicable diseases, diseases of the oral cavity.

For citation: Gimaeva Z.F., Galimova R.R., Zaidullin I.I., Karimova L.K., Beigul N.A. Health status of workers producing monomers for obtaining synthetic rubber. *Occupational Health and Human Ecology*. 2023;85-98.

For correspondence: Iskander I. Zaidullin, dentist, junior researcher at the Department of Occupational Health. Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology. Email: iskanderdent@yahoo.com

Financing: the study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10307>

Сохранение здоровья трудоспособного населения в Российской Федерации является важнейшей государственной задачей, что обусловлено существенным за последние годы ростом хронических неинфекционных заболеваний среди работающего населения и нашло отражение в федеральном проекте «Укрепление общественного здоровья» [1-4].

Установлено, что одним из факторов, оказывающих негативное влияние на состояние здоровья, являются вредные условия труда [5-10].

Химический комплекс является одним из ведущих отраслей экономики, на предприятиях которого сохраняется воздействие на работников производственных стресс-факторов на фоне повышенных требований к персоналу.

Важной подотраслью химического комплекса является производство мономеров, которые используются прежде всего для синтеза каучука. В качестве основных мономеров для производства каучуков в настоящее время используются бутадиен, изопрен, стирол, хлоропрен и этилен.

Литературные данные о влиянии условий труда на организм работающих в производствах мономеров немногочисленны [11-14]. Согласно этим исследованиям, отмечалось повышение вероятности развития у работников производств мономеров хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) органов дыхания, пищеварения и системы кровообращения [12,15,16]. Установлена высокая распространенность и интенсивность стоматологической патологии у работников химического производства [17,18,19].

К настоящему времени накоплен значительный объем научных данных, подтверждающих фундаментальную роль здоровья полости рта в структуре общего здоровья и взаимосвязь патологических изменений в тканях пародонта с риском развития ХНИЗ, таких как атеросклероз, инфаркт миокарда и инсульт, пневмония, сахарный диабет [20,21,22, 23].

Вышеизложенное дает основание для проведения комплексных клинико-гигиенических исследований по изучению условий труда и их влияния на состояние здоровья работников производств мономеров.

Целью настоящей работы является изучение распространенности хронических неинфекционных заболеваний и заболеваний полости рта у работников производств мономеров с последующей разработкой профилактических мероприятий.

В задачи исследования входили изучение условий труда и распространенности основных ХНИЗ и заболеваний полости рта у работников.

Объект и методы исследования. Исследования выполнены на крупнейшем предприятии химической отрасли, расположенном в Приволжском федеральном округе.

В работе использован комплекс гигиенических и клинических методов исследования в соответствии с нормативными документами. При медицинском обследовании все работники были осмотрены терапевтом, неврологом, отоларингологом, стоматологом в соответствии с приказом Минздрава России от 28.01.2021 №29н. Для оценки состояния здоровья были сформированы 2 группы работников. Основную группу составили 1714

аппаратчиков; группа сравнения представлена 920 работниками центра автоматизации. Клинико-лабораторные исследования включали общий анализ крови, мочи, общий холестерин, определение глюкозы в сыворотке крови, а также электрокардиографию. Сведения о наличии ХНИЗ у работников были получены при анализе амбулаторных карт обследования и медицинская карта пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях ф025у.

При обработке результатов медицинского обследования использовали Международную классификацию болезней (X пересмотр).

Статистическая обработка результатов проведена с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics 24.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Оценку нормальности распределения данных в исследуемых группах проводили с применением критерия Колмогорова – Смирнова. Непараметрический U-критерий Манна – Уитни использовался в расчетах оценки возрастных, стажевых и клинических характеристик между основной группой и группой сравнения. Статистический анализ распространенности ХНИЗ и стоматологической патологии в исследуемых группах проводили с использованием критерия χ^2 с поправкой Йейтса. Статистически значимыми считали различия при $P < 0,05$.

Результаты. Использование в технологическом процессе получения мономеров повышенных температур, давления, увеличивающих испарение химических соединений, и мощного оборудования, генерирующего производственный шум, необходимость выполнения аппаратчиками операций, связанных с ручным трудом предопределяют наличие на рабочих местах ряда вредных производственных факторов. К данному комплексу факторов относятся шум, загрязнение воздушной среды вредными веществами и тяжесть трудового процесса.

В воздухе рабочей зоны производств мономеров установлен контроль за основными веществами, используемыми в качестве исходных веществ и получаемых конечных продуктов. Вредные вещества обладают различными эффектами воздействия, в том числе раздражающим и общетоксическим.

В производствах дивинила и изопрена, являющихся мономерами для получения синтетических каучуков, в воздухе рабочей зоны аппаратчиков циркулируют предельные углеводороды (до C_{10}), бута-1,3-диен и 2-метилбута-1,3-диен соответственно, а также растворитель N,N-диметилформамид, который относится ко 2 классу опасности химических веществ. Содержание бута-1,3-диена в пробах воздуха в среднем составляло $125-210 \text{ мг/м}^3$, 2-метилбута-1,3-диена – $48-92 \text{ мг/м}^3$. Уровень загрязнения остальными анализируемыми веществами не превышал установленных для них гигиенических нормативов. Условия труда на рабочих местах аппаратчиков производств дивинила и изопрена по химическому фактору соответствуют классу 3.1.

При получении стирола в пробах воздуха рабочей зоны определяются ряд соединений: этилбензол, метилбензол, бензол и конечный продукт – этенилбензол. Концентрации этилбензола в воздухе превышали ПДК более чем в 1,5 раза, этенилбензола – 1,3 раза. Содержания метилбензола и бензола находились в пределах соответствующих норм. Условия труда аппаратчиков производства стирола по химическому фактору характеризовались третьим классом первой степени вредности (класс 3.1).

В производствах мономеров используются различные виды оборудования, являющиеся источниками виброакустического фактора. Уровни шума на рабочих местах

аппаратчиков производств мономеров колебались в пределах 76-85 дБа, что позволило отнести условия труда по шуму к третьему классу первой степени вредности (класс 3.1).

По показателям тяжести трудового процесса, имеющимся на рабочем месте, труд аппаратчиков является тяжелым и относится к первой степени (класс 3.1). По напряженности условия труда аппаратчиков являются допустимыми, хотя отдельные показатели по напряженности были охарактеризованы классами 3.1-3.2: эмоциональные нагрузки при выполнении трудовых обязанностей, риск для собственной жизни, личная ответственность за обеспечение взрывобезопасности объектов высокой степени, работа в ночную смену.

Общая оценка условий труда на рабочих местах аппаратчиков в изученных производствах по всем изученным производственным факторам характеризовалась вредным классом второй степени (класс 3.2). Условия труда работников центра автоматизации, занимающихся разработкой, интеграцией и сопровождением IT-решений в нефтехимических производствах, соответствовали допустимому классу (класс 2).

Поскольку у аппаратчиков во всех изученных производствах мономеров условия труда характеризовались одинаковым классом, это позволило объединить работников в одну группу наблюдения при медицинском обследовании.

Характеристика обследованных групп в зависимости от возрастного и стажевого состава показала, что 43,8% обследованных обеих групп имели возраст от 19 до 40 лет, а у 38,0% стаж работы свыше 10 лет.

Статистически значимых различий по возрастным и стажевым характеристикам в выделенных профессиональных группах не было установлено ($P > 0.05$, U-критерий Манна – Уитни). Обобщенная характеристика обследованного контингента в зависимости от выявленной патологии предоставлена в таблице 1.

Анализ состояния здоровья показал, что 76,7% аппаратчиков имели различные хронические неинфекционные заболевания. Так, болезни костно-мышечной системы выявлены у 47,9%, болезни системы кровообращения у 37,9%, органов дыхания у 24,6% и органов пищеварения у 23,6% аппаратчиков. Распространенность указанных классов заболеваний существенно отличалась от аналогичных показателей в группе сравнения. Остальные ХНИЗ были диагностированы значительно реже и встречались одинаково часто в обеих группах.

Наиболее часто у работников диагностировали заболевания костно-мышечной системы, которые были представлены преимущественно вертеброгенными дорсопатиями. У аппаратчиков патология суставов встречалась в 45,7%, в группе работников центра автоматизации в 36,8% случаев. Расстройства вегетативной нервной системы выявлялись с одинаковой частотой (9,8%) в обеих группах, в основном среди лиц молодого возраста.

Результаты обследования позволили установить, что болезни системы кровообращения занимали второе ранговое место в структуре хронических неинфекционных заболеваний и составили 35,5%.

В структуре болезней системы кровообращения ведущее место принадлежало артериальной гипертензии – 33,3%; ишемическая болезнь сердца (ИБС) выявлена лишь у 3,3% обследованных. Цереброваскулярные заболевания диагностированы у 5,3% работников и представлены в основном начальными стадиями на фоне артериальной гипертензии. Установлены статистически значимые различия в частоте встречаемости ИБС: в группе аппаратчиков она диагностирована у 5,28%, в группе работников центра автоматизации

реже - в 2,61% случаев ($p < 0,05$). Та же тенденция выявлена при сравнении показателей распространенности атеросклероза.

Таблица 1

Распространенность основных ХНИЗ и некоторых стоматологических заболеваний среди работников производств мономеров

Table 1

Prevalence of major CNCDS and some dental diseases among monomer workers

№	Диагнозы по МКБ 10	аппаратчики		работники центра автоматизации		χ^2	P
		абс.	%	абс.	%		
		1 714	65,07	920	34,93		
1	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	783	45,7	339	36,8	18,8	0,001
2	Болезни системы кровообращения, в т.ч.	650	37,9	285	31,0	12,3	0,001
	Артериальная гипертензия	599	34,9	284	30,9	4,1	0,042
	Ишемическая болезнь сердца	92	5,28	24	2,6	9,8	0,002
	Цереброваскулярные болезни (всего)	72	4,2	40	4,3	0,01	0,94
	Начальные ПНМК	53	73,6	29	72,5	0	0,97
	ДЭ I ст.	15	20,8	7	17,5	0,01	0,94
	ДЭ II ст.	3	4,2	4	10	0,7	0,40
	ДЭ III ст.	1	1,4	0	0	-	-
	Атеросклероз	16	0,9	3	0,3	2,3	0,13
	Пролапс митрального клапана (ПМК)	10	0,6	7	0,8	0,1	0,77
	I степ.	8	80,0	7	100,0	0,5	0,49
	II степ.	2	20,0	0	0,0	-	-
	III степ.	0	0,00	0	0,0	-	-

3	Болезни органов дыхания						
	Хронический бронхит	482	28,1	165	17,9	33,0	0,001
4	Болезни органов пищеварения						
	Хронический гастродуоденит	457	26,7	164	17,8	25,5	0,001
	Хронический панкреатит	247	14,4	77	8,3	19,7	0,001
	Хронический холецистит	438	25,5	126	13,5	49,3	0,001
5	Болезни нервной системы, в т.ч.						
	Расстройство вегетативной нервной системы	183	10,68	92	10,00	0,2	0,64
6	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, в т.ч.						
	Сахарный диабет	15	0,88	3	0,33	1,9	0,17
	Ожирение	19	1,11	20	1,2	3,7	0,054
	I степ.	9	47,37	10	50,00	0,1	0,76
	II степ.	9	47,37	10	50,00	0,1	0,76
	III степ.	1	5,26	0	0,00	-	-
	7	Болезни полости рта, слюнных желез и челюстей					
	Кариес зубов	1628	95,0	887	96,4	2,5	0,11
	Хронический гингивит	175	10,2	141	15,3	15,1	0,001
	Хронический пародонтит	1417	82,7	736	80,0	2,7	0,10
	легкой степ.	463	27,5	331	35,6	22,4	0,001
	средней степ.	575	33,5	317	34,5	0,18	0,67
	тяжелой степ.	379	22,1	88	9,6	63,7	0,001
	Повышенное стирание зубов	146	8,5	65	7,1	1,52	0,22
	Клиновидный дефект	163	9,5	99	10,8	0,91	0,34
	Гиперстезия зубов	528	30,8	166	18,0	49,6	0,001

В результате анализа жалоб, клинических показателей, данных амбулаторных карт у работников производства мономеров диагностированы следующие болезни органов пищеварения: хронический гастродуоденит выявлен у 32,4% работников, хронический холецистит - у 21,4%, хронический панкреатит - у 12,6%. Распространенность хронического гастрита и холецистита у аппаратчиков превышала аналогичные показатели группы сравнения.

Заболевания органов дыхания в виде хронического бронхита диагностированы у 28,1% аппаратчиков.

При изучении распространенности стоматологических заболеваний выявлены существенные различия между группами. У аппаратчиков синтетического каучука и работников центра автоматизации отмечена высокая распространенность воспалительных заболеваний пародонта, которая была диагностирована у 92,9% и 95,3% соответственно. В то же время начальные формы заболевания – хронический гингивит и хронический пародонтит легкой степени – диагностированы лишь у 10,2% и 27,5% аппаратчиков. Тогда как их распространенность в группе сравнения была значительно выше и составила 15,3% и 35,6% (критерий χ^2 , $p < 0,001$). При этом хронический пародонтит тяжелой степени диагностировался преимущественно у аппаратчиков в 22,1% случаев, что более чем в два раза превышает показатель (9,6%) в группе работников центра автоматизации (критерий χ^2 , $p < 0,001$).

Следует также отметить, что 30,8% аппаратчиков предъявляли жалобы на повышенную чувствительность зубов при разговоре и приеме пищи.

По результатам оценки условий труда, а также изучения распространенности хронических неинфекционных и стоматологических заболеваний у работников химического предприятия, был рассчитан относительный риск RR и этиологическая доля EF вклада вредных производственных факторов в соответствии с руководством Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационные и методические основы, принципы и критерии оценки» (табл. 2).

Таблица 2

**Степень производственной обусловленности нарушений здоровья
у работников производств мономеров**

Table 2

The degree of occupational causation of health disorders among monomer workers

Нозологическая форма заболевания	RR	95% ДИ	EF, %	Степень профессиональной обусловленности
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	1,44	1,22-1,70	19,3	малая
артериальная гипертензия	2,06	1,33-3,28	51,4	высокая
хронический бронхит	1,57	1,24-1,86	35,2	средняя
хронический гастродуоденит	1,50	1,37-2,04	33,1	средняя

хронический панкреатит	1,72	1,40-2,40	41,9	средняя
хронический холецистит	2,16	1,74-2,68	46,4	средняя
сахарный диабет	2,68	0,75-7,65	62,7	высокая
хронический пародонтит тяжелой степени	2,68	2,09-3,42	56,7	высокая
гиперстезия зубов	2,02	1,66-2,46	41,4	средняя

Преобладание артериальной гипертензии, хронического пародонтита тяжелой степени среди аппаратчиков, подвергавшихся воздействию вредных веществ в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы, свидетельствует о существенной роли данного фактора в развитии перечисленных заболеваний и позволяет отнести их к производственно-обусловленным (ЕФ - 51,4 и 56,7%).

Немаловажное значение на распространенность артериальной гипертензии также может оказывать напряженность труда, сменный характер работы.

Болезни органов пищеварения, хронический бронхит и гиперстезия зубов соответствовали профессионально-обусловленным заболеваниям средней степени (ЕФ – 33,1-46,47%).

Обсуждение. Таким образом, проведенные гигиенические исследования подтверждают влияние производственно-профессиональных факторов на уровни и структуру ХНИЗ у аппаратчиков производства мономеров.

У аппаратчиков, условия труда которых соответствуют вредному классу 3.1–3.2, установлена высокая распространенность ХНИЗ системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения. Для этой же группы характерна высокая распространенность заболеваний полости рта, в структуре которой преобладают воспалительные заболевания пародонта. Доказательством влияния условий труда на формирование перечисленных заболеваний является установленная высокая степень профессиональной обусловленности. Результаты ряда исследований показали, что ХНИЗ и воспалительные заболевания пародонта имеют ряд общих патогенетических факторов риска [24,25,26].

Наши исследования подтверждают полученные результаты других авторов, которые связывают значительные изменения в полости рта у работников химических производства с воздействием вредных веществ [17,27,28]. Согласно современным данным, коррекция стоматологического статуса может привести к улучшению общего здоровья и предотвращению возможных осложнений хронических неинфекционных заболеваний [29, 30].

Результаты проведенного комплексного медико-гигиенического исследования условий труда и состояния здоровья работников производств мономеров обуславливают необходимость проведения лечебно-профилактических мероприятий, направленных на выявление и коррекцию основных факторов риска развития ХНИЗ и заболеваний полости рта. Мероприятия должны быть направлены на оптимизацию условий труда, ограничение контакта работников с вредными производственными факторами, а также качественное

проведение предварительных и периодических медосмотров, пропаганду здорового образа жизни, рационального питания, отказа от вредных привычек.

Список литературы:

1. Национальный проект «Демография», Федеральный проект «Укрепление общественного здоровья» [электронный ресурс]. URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/demography/4> (дата обращения 22.02.2023)
2. Сиротко М.Л., Денисенко М.Б., Баринаева Ж.В. Возрастной рейтинг заболеваемости населения старше трудоспособного возраста Самары. Профилактическая медицина. 2020;23(4):21–26. Doi 10.17116/profmed20202304121
3. Газимова В.Г., Шастин А.С., Малых О.Л., Цепилова Т.М., Устюгова Т.С. Некоторые региональные аспекты заболеваемости трудоспособного населения Уральского федерального округа. Здоровье населения и среда обитания. 2021;29(11):7-15. Doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-7-15
4. Шайхлисламова Э.Р., Шастин А.С., Малых О.Л., Валеева Э.Т., Газимова В.Г., Цепилова Т.М., и др. Заболеваемость трудоспособного населения болезнями системы кровообращения в отдельных субъектах российской федерации в 2014–2020 годах. Медицина труда и промышленная экология. 2022; 3:69-84. doi:10.24412/2411-3794-2022-10307
5. Kumar S., Dagli R.J., Chandrakant D., Prabu D., Suhas K.. Periodontal status of green marble mine labourers in Kesariyaji, Rajasthan, India. Oral Health Prev Dent. 2008;6(3):217-221.
6. Aylward LL, Kirman CR, Schoeny R, Portier CJ, Hays SM. Evaluation of biomonitoring data from the CDC National Exposure Report in a risk assessment context: Perspectives across chemicals. Environ Health Perspect. 2013;121(3):287–294.
7. Burgard SA, Lin KY. Bad Jobs, Bad Health? How Work and Working Conditions Contribute to Health Disparities. Am Behav Sci. 2013;57(8):10.1177/0002764213487347. doi:10.1177/0002764213487347
8. Бакиров А.Б., Гимранова Г.Г. Приоритетные направления научных исследований в нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической промышленности. Медицина труда и экология человека. 2016; 3: 5-10.
9. Валеева Э.Т., Галимова Р.Р., Дистанова А.А. Условия труда, профессиональная и профессионально обусловленная патология у работников производств полимерных изделий. Санитарный врач. 2019; (3): 28-33.
10. Chen W.L., Chen Y.Y., Wu W.T., Lai C.H., Sun Y.S., Wang C.C. Examining relationship between occupational acid exposure and oral health in workplace. BMC Public Health. 2020;20(1):1371. Published 2020 Sep 7. doi:10.1186/s12889-020-09496-6
11. Галимова Р.Р., Валеева Э.Т., Каримова Л.К. Условия труда и распространенность профессионально обусловленных заболеваний у работников нефтехимических производств. Санитарный врач. 2018; 11:50-57.
12. Banton MI, Bus JS, Collins JJ, et al. Evaluation of potential health effects associated with occupational and environmental exposure to styrene - an update. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2019;22(1-4):1-130. doi:10.1080/10937404.2019.1633718
13. Sadeghi-Yarandi M, Karimi A, Ahmadi V, Sajedian AA, Soltanzadeh A, Golbabaee F. Cancer and non-cancer health risk assessment of occupational exposure to 1,3-butadiene in a

- petrochemical plant in Iran. *Toxicol Ind Health*. 2020;36(12):960-970. doi:10.1177/0748233720962238
14. Dong Y, Wang X, Hu W, et al. Improvements in protective measures in factories with acetylene hydrochlorination and ethylene oxychlorination techniques declined risk assessment levels and affected liver health status. *Front Public Health*. 2022; 10:1053300. Published 2022 Nov 22. doi:10.3389/fpubh.2022.1053300
 15. Matanoski G.M., Tao X.G. Styrene exposure and ischemic heart disease: a case-cohort study. *Am J Epidemiol*. 2003;158(10):988-995.
 16. Sathiakumar N, Delzell E, Cheng H, Lynch J, Sparks W, Macaluso M. Validation of 1,3-butadiene exposure estimates for workers at a synthetic rubber plant. *Chem Biol Interact*. 2007;166(1-3):29-43. doi: 10.1016/j.cbi.2006.08.016
 17. Holland RI, Ellingsen DG, Olstad ML, Kjuus H. Dental health in workers previously exposed to mercury vapour at a chloralkali plant. *Occup Environ Med*. 1994;51(10):656–659.
 18. Кабирова М.Ф., Гиниятуллин И.И., Бакиров А.Б. Влияние неблагоприятных факторов производства этилбензола и стирола на состояние ткани пародонта. *Казанский медицинский журнал*. 2008; 4:526-528.
 19. Solanki S, Dahiya R, Baggana A, Yadav R, Dalal S, Bhayana D. Periodontal health status, oral mucosal lesions, and adverse oral habits among rubber factory workers of Bahadurgarh, Haryana, India. *Indian J Dent Sci*. 2019; 11:7–11.
 20. Lee J.H., Oh J.Y., Youk T.M., Jeong S.N., Kim Y.T., Choi S.H. Association between periodontal disease and non-communicable diseases: A 12-year longitudinal health-examinee cohort study in South Korea. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Jun;96(26):e7398. doi: 10.1097/MD.0000000000007398
 21. Dörfer C., Benz C., Aida J., Campard G. The relationship of oral health with general health and NCDs: a brief review. *Int Dent J*. 2017 Sep;67 Suppl 2(Suppl 2):14-18. doi: 10.1111/idj.12360
 22. Doughan M., Chehab O., de Vasconcellos H.D., Zeitoun R., Varadarajan V., Doughan B., Wu C.O., Blaha M.J., Bluemke D.A., Lima J.A.C. Periodontal Disease Associated With Interstitial Myocardial Fibrosis: The Multiethnic Study of Atherosclerosis. *J Am Heart Assoc*. 2023 Feb 7;12(3):e8146. doi: 10.1161/JAHA.122.027974
 23. Skipina T.M., Elhawary M.M., Soliman E.Z. Periodontal disease is associated with elevated atherosclerotic cardiovascular disease risk score. *Am J Med Sci*. 2022 Sep;364(3):327-332. doi: 10.1016/j.amjms.2022.04.002
 24. Janakiram C, Taha F, Joseph J, Ramanarayanan V. Assessment of common risk factors between oral diseases and non-communicable diseases in a hospital-based population in Kerala, India—a cross-sectional study. *J Clin Diagn Res*. 2019; 13:16–20
 25. Genco RJ, Borgnakke WS. Diabetes as a potential risk for periodontitis: association studies. *Periodontol 2000*. 2020; 83:40–45
 26. Kataoka S., Kimura M., Yamaguchi T., et al. A cross-sectional study of relationships between periodontal disease and general health: The Hitachi Oral Healthcare Survey. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):644. Published 2021 Dec 15. doi:10.1186/s12903-021-01990-6
 27. Ruppe K., Werckmeister J.. Einflüsse chemischer Arbeitsumweltfaktoren auf die Prävalenz von Schäden im Zahn-, Mund- und Kieferbereich von exponierten Werktätigen [Effects of chemical occupational environmental factors on the prevalence of damage to the teeth, mouth and jaw of exposed workers]. *Z Gesamte Hyg*. 1989 Dec;35(12):702-4.

28. Wierzbicka M., Marchlewska B., Musur E., Sentek B.. Stan próchnicy, chorób przyzębia i błony śluzowej jamy ustnej u pracowników przemysłu petrochemicznego [Dental caries, periodontal diseases and the condition of mouth mucosa in workers of the petrochemical industry]. *Med Pr.* 1983;34(3):275-81.
29. Lee Y.L., Hu H.Y., Chou P., Chu D. Dental prophylaxis decreases the risk of acute myocardial infarction: a nationwide population-based study in Taiwan. *Clin Interv Aging.* 2015 Jan 6; 10:175-82. doi: 10.2147/CIA.S67854
30. Hwang I.M., Sun L.M., Lin C.L., Lee C.F., Kao C.H. Periodontal disease with treatment reduces subsequent cancer risks. *QJM.* 2014;107(10):805-812. doi:10.1093/qjmed/hcu078

References:

1. *Natsional'ny proekt "Demographiya", Federal'nyi proekt "Ukreplenie obshchestvennogo zdoroviya"* [National project "Demography", Federal project "Strengthening public health"] URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/demography/4> (access date 02.22.2023)
2. Sirotko ML, Denisenko MB, Barinova ZV. *Vozrostonoy reiting zabolevaemosti naseleniya starshe trudosposobnogo vozrasta Samary.* [The age rating of incidence of the over working age population of Samara]. *Profilakticheskaya medicina.* [Preventive medicine]. 2020;23(4):21–26. Doi.org/10.17116/profmed20202304121
3. Gazimova V.G., Shastin A.S., Malykh O.L., Tsepilova T.M., Ustyugova T.S. *Nekotorye regional'nye aspekty zabolevaemosti trudosposobnogo naseleniya Ural'skogo federal'nogo okruga.* [Some Regional Aspects of Disease Incidence in the Working-Age Population of the Ural Federal District]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya.* [Public health and environment]. 2021;29(11):7-15. (In Russ.) Doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-7-15 (In Russ)
4. Shaikhislamova, A.S. Shastin, O.L. Malykh, E.T. Valeeva, V.G. Gazimova, T.M. Tsepilova, V.G. Panov. *Zabolevaemost' trudosposobnogo naseleniya boleznyami sistemy krovoobratscheniya v otdel'nykh sub'ektakh rossiiskoy federatsii v 2014–2020 godah.* [Incidence of circulatory system diseases among working population in certain entities of the Russian Federation between 2014 and 2020]. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya.* [Occupational health and industrial ecology]. 2022; 3:69-84. (In Russ)
5. Kumar S., Dagli R.J., Chandrakant D., Prabu D., Suhas K. Periodontal status of green marble mine labourers in Kesariyaji, Rajasthan, India. *Oral Health Prev Dent.* 2008;6(3):217-221.
6. Aylward LL, Kirman CR, Schoeny R, Portier CJ, Hays SM. Evaluation of biomonitoring data from the CDC National Exposure Report in a risk assessment context: Perspectives across chemicals. *Environ Health Perspect.* 2013;121(3):287–294.
7. Burgard SA, Lin KY. Bad Jobs, Bad Health? How Work and Working Conditions Contribute to Health Disparities. *Am Behav Sci.* 2013;57(8):10.1177/0002764213487347. doi:10.1177/0002764213487347
8. Bakirov A.B., Gimranova G.G. *Prioritetnye napravleniya nauchnykh issledovaniy v neftedobyvayutsheyy, neftepererabatyvayutsheyy, neftehimicheskoy promyshlennosti.* [Priority areas of scientific research in the oil extraction, oil refining, petrochemical industries]. *Meditcina truda i ekologiya cheloveka.* [Occupational health and human ecology]. 2016; 3: 5-10 (In Russ)
9. Valeyeva E.T., Galimova R.R., Distanova A.A. *Usloviya truda, professional'naya i professional'no obuslovlennaya patologiya u rabotnikov proizvodstv polimernykh izdeliy.*

- [Working conditions, occupational and work-related pathology in the polymer production workers]. *Sanitarnyj vrach*. [Sanitary doctor]. 2019;3: 28-33. (In Russ)
10. Chen W.L., Chen Y.Y., Wu W.T., Lai C.H., Sun Y.S., Wang C.C. Examining relationship between occupational acid exposure and oral health in workplace. *BMC Public Health*. 2020;20(1):1371. Published 2020 Sep 7. doi:10.1186/s12889-020-09496-6
 11. Galimova R.R., Valeyeva E.T., Karimov L.K. *Usloviya truda i rasprostranennost' professional'no obuslovlennyh zaboleviny u rabotnikov neftehimicheskikh proizvodst*. [Working conditions and the prevalence of job-related diseases among petrochemical workers]. *Sanitarnyj vrach*. [Sanitary doctor]. 2018; 11:50-57. (In Russ)
 12. Banton MI, Bus JS, Collins JJ, et al. Evaluation of potential health effects associated with occupational and environmental exposure to styrene - an update. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2019;22(1-4):1-130. doi:10.1080/10937404.2019.1633718
 13. Sadeghi-Yarandi M, Karimi A, Ahmadi V, Sajedian AA, Soltanzadeh A, Golbabaei F. Cancer and non-cancer health risk assessment of occupational exposure to 1,3-butadiene in a petrochemical plant in Iran. *Toxicol Ind Health*. 2020;36(12):960-970. doi:10.1177/0748233720962238
 14. Dong Y, Wang X, Hu W, et al. Improvements in protective measures in factories with acetylene hydrochlorination and ethylene oxychlorination techniques declined risk assessment levels and affected liver health status. *Front Public Health*. 2022; 10:1053300. Published 2022 Nov 22. doi:10.3389/fpubh.2022.1053300
 15. Matanoski G.M., Tao X.G. Styrene exposure and ischemic heart disease: a case-cohort study. *Am J Epidemiol*. 2003;158(10):988-995.
 16. Sathiakumar N, Delzell E, Cheng H, Lynch J, Sparks W, Macaluso M. Validation of 1,3-butadiene exposure estimates for workers at a synthetic rubber plant. *Chem Biol Interact*. 2007;166(1-3):29-43. doi: 10.1016/j.cbi.2006.08.016
 17. Holland RI, Ellingsen DG, Olstad ML, Kjuus H. Dental health in workers previously exposed to mercury vapour at a chloralkali plant. *Occup Environ Med*. 1994;51(10):656–659.
 18. Kabirova M.F., Giniyatullin I.I., Bakirov A.B., Shaydullina Kh.M., Usmanova I.N., Abdrakhmanova E.R., Valeeva E.R. *Vliyanie neblagopriyarnyh faktorov proizvodstva etilbenzola i ctirola na sostoyanie tkani parodonta*. [The impact of adverse factors during production of ethylbenzene and styrene on parodontium]. *Sanitarnyj vrach*. [Sanitary doctor]. 2008; 4:526-528. (In Russ)
 19. Solanki S, Dahiya R, Blaggana A, Yadav R, Dalal S, Bhayana D. Periodontal health status, oral mucosal lesions, and adverse oral habits among rubber factory workers of Bahadurgarh, Haryana, India. *Indian J Dent Sci*. 2019; 11:7–11.
 20. Lee J.H., Oh J.Y., Youk T.M., Jeong S.N., Kim Y.T., Choi S.H. Association between periodontal disease and non-communicable diseases: A 12-year longitudinal health-examinee cohort study in South Korea. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Jun;96(26):e7398. doi: 10.1097/MD.00000000000007398
 21. Doughan M., Chehab O., de Vasconcellos H.D., Zeitoun R., Varadarajan V., Doughan B., Wu C.O., Blaha M.J., Bluemke D.A., Lima J.A.C. Periodontal Disease Associated With Interstitial Myocardial Fibrosis: The Multiethnic Study of Atherosclerosis. *J Am Heart Assoc*. 2023 Feb 7; 12(3):e8146. doi: 10.1161/JAHA.122.027974

22. Dörfer C., Benz C, Aida J, Campard G. The relationship of oral health with general health and NCDs: a brief review. *Int Dent J.* 2017 Sep;67 Suppl 2(Suppl 2):14-18. doi: 10.1111/idj.12360
23. Skipina T.M., Elhawary M.M., Soliman E.Z. Periodontal disease is associated with elevated atherosclerotic cardiovascular disease risk score. *Am J Med Sci.* 2022 Sep;364(3):327-332. doi: 10.1016/j.amjms.2022.04.002
24. Janakiram C, Taha F, Joseph J, Ramanarayanan V. Assessment of common risk factors between oral diseases and non-communicable diseases in a hospital-based population in Kerala, India-a cross-sectional study. *J Clin Diagn Res.* 2019; 13:16–20
25. Genco RJ, Borgnakke WS. Diabetes as a potential risk for periodontitis: association studies. *Periodontol 2000.* 2020; 83:40–45
26. Kataoka S., Kimura M., Yamaguchi T., et al. A cross-sectional study of relationships between periodontal disease and general health: The Hitachi Oral Healthcare Survey. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):644. Published 2021 Dec 15. doi:10.1186/s12903-021-01990-6
27. Ruppe K., Werckmeister J. Einflüsse chemischer Arbeitsumweltfaktoren auf die Prävalenz von Schäden im Zahn-, Mund- und Kieferbereich von exponierten Werktätigen [Effects of chemical occupational environmental factors on the prevalence of damage to the teeth, mouth and jaw of exposed workers]. *Z Gesamte Hyg.* 1989 Dec;35(12):702-4.
28. Wierzbicka M., Marchlewska B., Musur E., Sentek B. Stan próchnicy, chorób przyzębia i błony śluzowej jamy ustnej u pracowników przemysłu petrochemicznego [Dental caries, periodontal diseases and the condition of mouth mucosa in workers of the petrochemical industry]. *Med Pr.* 1983;34(3):275-81).
29. Lee Y.L., Hu H.Y., Chou P., Chu D. Dental prophylaxis decreases the risk of acute myocardial infarction: a nationwide population-based study in Taiwan. *Clin Interv Aging.* 2015 Jan 6; 10:175-82. doi: 10.2147/CIA.S67854
30. Hwang I.M., Sun L.M., Lin C.L., Lee C.F., Kao C.H. Periodontal disease with treatment reduces subsequent cancer risks. *QJM.* 2014;107(10):805-812. doi:10.1093/qjmed/hcu078

Поступила/Received: 13.02.2023

Принята в печать/Accepted: 14.08.2023

УДК 613.6.01/.02/.62/.65

**ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НА
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Черникова Е.Ф., Потапова И.А., Скворцова В.А., Жаркова Е.М., Моисеева Е.В.,
Мельникова А.А., Калачева Е.С., Телюпина В.П.**

ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора,
Нижний Новгород, Россия

***Аннотация.** Производство стали характеризуется воздействием на работников комплекса профессиональных факторов, в том числе химических веществ, пыли, нагревающего и охлаждающего микроклимата, производственного шума, вибрации и пр. Кроме того, труд рабочих сопряжен с тяжелой физической нагрузкой, повышенной опасностью травматизма, ожогов, наличием ночных смен.*

***Цель** исследования – на основе гигиенической характеристики условий труда дать оценку профессионального риска развития нарушения здоровья у работающих основных профессий металлургического предприятия Нижегородской области для последующей разработки адресных медико-профилактических программ.*

***Результаты** гигиенической оценки условий труда на 55 рабочих местах (РМ) в сталелитейных и металлообрабатывающих цехах предприятия, расположенного в Нижегородской области, показали, что 2/3 РМ характеризовались наличием виброакустического фактора, превышающего ПДУ; на более чем половине оцениваемых РМ отмечена высокая тяжесть труда, на трети – неблагоприятный микроклимат, для работников 7 РМ установлен напряженный труд. Результаты анализа загазованности и запыленности воздуха рабочей зоны (ВРЗ) показали превышения ПДК по взвешенным веществам, диоксиду серы и никелю. Оценка суммарных эффектов одностороннего действия химических веществ выявила повышенный риск для критических органов и систем более чем на 70% обследованных РМ.*

***Ключевые слова:** металлурги, условия труда, профессиональный риск.*

***Для цитирования:** Черникова Е.Ф., Потапова И.А., Скворцова В.А., Жаркова Е.М., Моисеева Е.В., Мельникова А.А., Калачева Е.С., Телюпина В.П. Оценка факторов профессионального риска на металлургическом предприятии Нижегородской области. Медицина труда и экология человека. 2023;99-117.*

***Для корреспонденции:** Черникова Екатерина Федоровна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории гигиены и анализа риска с группой физических методов исследования отдела гигиены ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, e-mail: chernikova_ef@mail.ru.*

***Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.*

***Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

***DOI:** <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10308>*

**ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISK FACTORS AT A NIZHNY NOVGOROD
METALLURGICAL ENTERPRISE**

**Chernikova Ye.F., Potapova I.A., Skvortsova V.A., Zharkova Ye.M., Moiseyeva Ye.V.,
Mel'nikova A.A., Kalacheva Ye.S., Telyupina V.P.**

FBSI “Nizhny Novgorod Research Institute for Hygiene and Occupational Pathology”,
Rospotrebnadzor, Nizhny Novgorod
The Russian Health Ministry, Nizhny Novgorod

Abstract. *Steel production is characterized by the impact of a complex of occupational factors, including chemicals, dust, heating and cooling microclimate, occupational noise, vibration, etc. on workers. In addition, the workers' work process is connected with heavy physical exertion, increased risk of injury, burns, and night shifts.*

The study aims to assess the occupational risk of developing health disorders among workers in the main occupations of a metallurgical enterprise in the Nizhny Novgorod region based on the hygienic characteristics of working conditions for the subsequent development of targeted medical and preventive programmes.

The results of a hygienic assessment of working conditions at 55 workplaces in the steel and metalworking shops of an enterprise located in the Nizhny Novgorod region showed that 2/3 of the workplaces could be characterized by the presence of a vibro-acoustic factor exceeding the MPL (maximum permissible limit); at more than half of the estimated workplaces, a high severity of labour was noted, in a third - an unfavourable microclimate; it was established that work at 7 workplaces was strained. The results of the analysis of fumes contamination and dust content of workplace air showed excess of MPL for suspended particulate matter, sulfur dioxide and nickel. An assessment of the total effects of the unidirectional action of chemical compounds revealed an increased risk for critical organs and systems in more than 70% of the examined workplaces.

Keywords: *metallurgists, working conditions, occupational risk*

For citation: *Chernikova Ye.F., Potapova I.A., Skvortsova V.A., Zharkova Ye.M., Moiseyeva Ye.V., Mel'nikova A.A., Kalacheva Ye.S., Telyupina V.P. Assessment of occupational risk factors at a Nizhny Novgorod metallurgical enterprise. Occupational health and human ecology. 2023:99-117.*

For correspondence: *Ekaterina F. Chernikova – CandSc. (Medicine), senior researcher at the laboratory of hygiene and risk analysis with a group of research methods. e-mail: chernikova_ef@mail.ru*

Financing: *the study had no financial support.*

Conflict of interest: *the authors declare no conflict of interest.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10308>

Актуальность. *Металлургическое производство – одна из базовых отраслей промышленности, которая обеспечивает экономическую мощь государства, является незаменимым поставщиком сырья для функционирования стратегически важных отраслей: оборонной, строительной, транспортной, машиностроительной, нефтегазовой и др. [1]. Metallurgical enterprises ensure the population with millions of jobs, often being large-scale objects [1-3]. According to the World Steel Association, in 2020, Russia managed to overtake the USA in terms of steel production and occupy the fourth place in the ranking of industry leaders (after China, India and Japan) [4].*

По санитарно-гигиеническим условиям производство стали относится к одному из самых тяжелых и вредных. Производственная среда в сталелитейных и металлообрабатывающих цехах характеризуется присутствием в воздухе рабочей зоны (ВРЗ)

комплекса вредных химических веществ, пыли и высоких уровней физических факторов (нагревающий и охлаждающий микроклимат, производственный шум, вибрация и пр.), а труд рабочих сопряжен с тяжелой физической нагрузкой, повышенной опасностью травматизма, ожогов, наличием ночных смен [3, 5-9].

Основные шихтовые материалы (никель, железо, титан, алюминий и др.), вещества, используемые в производстве сплавов (легирующие материалы и присадки), образуют газоаэрозольный микст в ВРЗ металлургических цехов, характеризующийся, помимо общетоксического действия на организм, такими специфическими эффектами, как раздражающее и/или острое действие (оксиды углерода и азота, серы, формальдегид), аллергенное (дихром триоксид, никель, формальдегид), канцерогенное (свинец, бенз(а)пирен, формальдегид, никель, минеральные масла), репротоксичное (свинец, углерода оксид, марганец, формальдегид) [10-15].

Оптическое излучение технологического металлургического процесса представляет большую опасность для зрения металлургов: видимое и инфракрасное излучение диапазона 0,76-1,4 мкм, попадая на сетчатку глаз, может вызывать развитие ретинопатии, катаракты, артефакции и ангиосклероза [16].

Вредное воздействие факторов рабочей среды может усугубляться нерациональной организацией трудового процесса, связанной с режимными моментами, нервно-психической нагрузкой, дефицитом времени, темпом и ритмом труда, отсутствием необходимых бытовых условий и пр. [17]. Источниками опасных и вредных производственных факторов могут являться различные недоработки в конструкциях отдельных станков, машин, механизмов, отсутствие или низкая надежность устройств безопасности, блокировок, отсутствие предупредительной сигнализации о возникновении опасных режимов работы с последующей автоматической остановкой оборудования, недостаточный уровень механизации и автоматизации процессов, применение технологий, включающих опасные производственные операции, неправильное размещение используемого оборудования и рабочих мест [18]. Профессиональный стресс, наблюдаемый у металлургов, ученые связывают с круглосуточным режимом работы, высокой интенсивностью труда и разнообразием неблагоприятных характеристик производственной среды, среди которых сами рабочие в первую очередь отмечают шум (66,7%), сжатые сроки выполнения задания (46,5%) и неэффективное руководство (32,4%) [9].

Цель исследования – на основе гигиенической характеристики условий труда дать оценку профессионального риска развития нарушения здоровья у работающих основных профессий металлургического предприятия Нижегородской области для последующей разработки адресных медико-профилактических программ.

Материалы и методы. Анализ условий труда на предприятии полного производственного цикла проводился на основе гигиенического обследования 55 рабочих мест (РМ) металлургов, расположенных в подготовительных, сталелитейных, обрабатывающих и вспомогательных цехах (всего 11 цехов и 2 участка). Дополнительно изучалась документация по предприятию – перечни РМ по цехам и обслуживаемое оборудование, хронометражные данные, материалы специальной оценки условий труда (СОУТ) за 2020-2021 гг. Измерение уровней действующих факторов рабочей среды и последующая оценка результатов проводились в соответствии с актуальными нормативно-методическими документами. Использовалось поверенное прецизионное гигиеническое

оборудование 1 класса точности, внесенное в Государственный реестр средств измерений РФ. В соответствии с ГОСТ 12.3.027-2004 «Работы литейные. Требования безопасности», «Санитарными правилами для литейного производства» №5183-90 и исходя из основных компонентов шихтовых материалов, легирующих присадок, раскислительных смесей, а также особенностей технологических операций, которые проводятся на металлургическом предприятии полного цикла, в перечень изучаемых веществ вошли: оксид углерода (СО), оксид серы (SO₂), оксид азота (NO₂), органические соединения (формальдегид (ФА), бензол, толуол, бенз(а)пирен (БП), смесь углеводородов C₂–C₁₀ (УВ), ацетон), металлы (железо, никель, марганец, алюминий, окись цинка и медь), оксид кремния (SiO₂), сажа, взвешенные вещества (ВВ).

Отбор проб воздуха проводили в зоне дыхания работников с помощью аспиратора ПА-300М-2, последующий анализ – с использованием универсального газоанализатора (СО, органические вещества), атомно-абсорбционных спектрометров с пламенной и электротермической атомизацией (металлы), жидкостного хроматографа (БП), фотометра фотоэлектрического (ФА, SiO₂, SO₂, NO₂, сажа) и весов лабораторных электронных специального класса точности (ВВ).

Перечень и объем проведенных исследований факторов рабочей среды и трудового процесса на металлургическом заводе приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Объем и методы проведенных гигиенических исследований
на металлургическом заводе**

Table 1

Scope and methods of hygienic examinations carried out at a metallurgical enterprise

№ п/п	Наименование исследования	Количество измерений
1	Оценка тяжести и напряженности трудового процесса металлургов (PM-показатели)	1025
2	Измерение уровней шума на PM и в рабочих зонах металлургов	2325
3	Измерение общей вибрации на PM и в рабочих зонах металлургов	3963
4	Измерение вибрации на PM металлургов	432
5	Измерение параметров микроклимата на PM и в рабочих зонах металлургов, включая ИТНС и интенсивность теплового облучения	734
6	Измерение искусственной освещенности на PM и в рабочих зонах металлургов	213
7	Измерение концентрации вредных химических веществ	3886
8	Измерение концентрации взвешенных частиц	216

Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием MS Excel и онлайн-калькулятора Medstatistic.ru.

Результаты. Условия труда изучены на постоянных PM металлургов. Структура профессионального состава оцениваемых PM металлургического производства представлена на рисунке 1. На всех PM работали мужчины.

Технологический процесс на предприятии организован в круглосуточном режиме 24/7, в связи с чем применяются два графика сменных работ: «день-ночь-отсыпной-выходной» (2-сменный, 12-часовой, с прямой быстрой ротацией «ДНОВ») и «4-1» (4 последовательно идущих утренних, вечерних и ночных смен через 1 выходной день плюс один «отсыпной»; 3-сменный, 8-часовой, с прямой медленной ротацией). Небольшая доля РМ задействована только в дневном графике «1С» (8-часовой, 1-сменный, с пятидневной рабочей неделей).

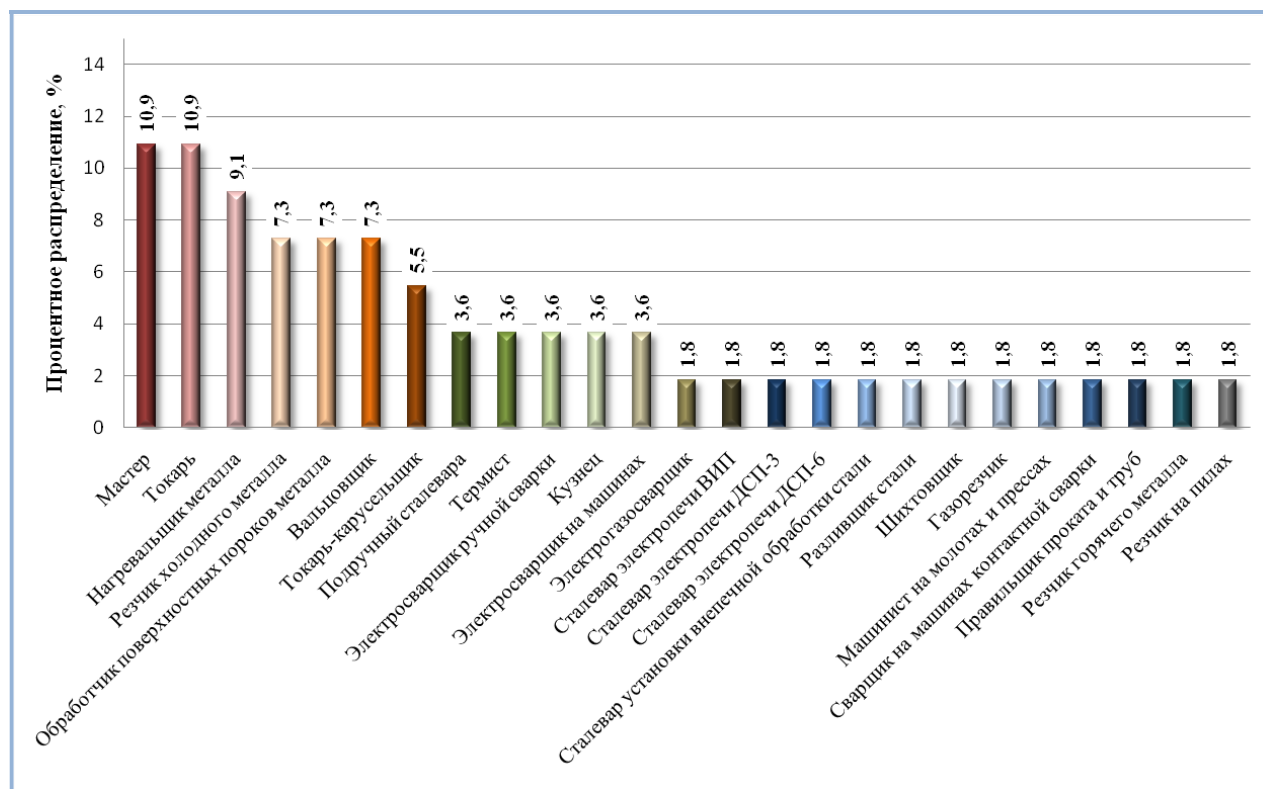


Рис. 1. Профессиональный состав РМ на металлургическом заводе

Figure 1. The professional composition of the WP at a metallurgical enterprise

Труд металлургов характеризуется преобладанием физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат над нервно-эмоциональной составляющей [8, 19]. У рабочих, занятых на горячих операциях (кузнецы, вальцовщики, прокатчики, разливщики стали, подручные сталевара), в силу особенностей технологического процесса (чтобы не допускать излишнего остывания раскаленного металла) необходимо проводить манипуляции с заготовками в быстром темпе. Выполнение интенсивных, ритмичных, физически тяжелых операций осуществляется бригадой рабочих, нередко по типу конвейерного труда. Физические нагрузки, связанные с работой ручными инструментами, частым подъемом, удержанием, прижиманием и перемещением грузов, длительной рабочей позой «стоя», а также фиксированной или вынужденной позой, наклонами корпуса более 30°, относятся к вредным (класс условий труда, КУТ 3.1-3.3). РМ с показателями КУТ по тяжести трудового процесса не менее 3.2 приведены в таблице 2.

Таблица 2

Перечень рабочих мест металлургов с высокой физической нагрузкой

Table 2

List of workplaces for metallurgists with high physical activity

Наименование профессии	КУТ
Разливщик стали	3.3
Подручный сталевара	3.3
Кузнец на молотах и прессах	3.3
Электросварщик ручной сварки	3.2
Электросварщик на автоматических машинах и полуавтоматических машинах	3.2
Электрогазосварщик	3.2
Газорезчик	3.2
Шихтовщик	3.2
Термист, постоянно занятый у печей на горячих работах	3.2
Сталевар электропечи	3.2
Сталевар установки внепечной обработки стали	3.2
Сварщик на машинах контактной (прессовой) сварки	3.2
Резчик холодного металла	3.2
Резчик на пилах	3.2
Резчик горячего металла	3.2
Правильщик проката и труб, занятый на правке горячего проката	3.2
Обработчик поверхностных пороков металла, занятый на горячем участке работ	3.2
Машинист на молотах, прессах и манипуляторах	3.2
Газорезчик	3.2
Вальцовщик стана горячей прокатки	3.2
Нагревательщик металла	3.2/3.1

Представленные в таблице 2 РМ составляют 54,5% всех оцениваемых в данной работе РМ. 1,8% РМ соответствовали классу 3.1 по тяжести труда и 43,7% имели допустимые физические нагрузки (это РМ мастеров, занятых на горячих участках работ, токарей, токарей-карусельщиков, большая часть РМ резчиков холодного металла и нагревательщиков металла).

Проведенный анализ хронометражных исследований по РМ показывает, что в период трудовой деятельности активное время (время занятости различными трудовыми операциями) рабочих основных профессий составляет от 60,0 до 95% общей продолжительности смены. При существующем режиме в течение рабочего дня имеется один регламентированный перерыв для приема пищи продолжительностью 30-60 минут. Паузы между отдельными рабочими циклами (5%, реже 10-20%) нельзя относить к полноценному отдыху, так как они чаще всего проводятся в непосредственной близости от рабочих мест в условиях воздействия вредных производственных факторов.

Для работников, занятых на горячих операциях (кузнецы, вальцовщики, прокатчики, разлильщики стали, подручные сталевара), характерно выполнение работ в быстром темпе (с дефицитом времени). Контакт с раскаленными, тяжелыми и громоздкими объектами, подвижными конструкциями (у вальцовщиков это элементы пола с вращательными и подъемными механизмами, требующими удержания равновесия и балансировки между ними в ходе операций; движение крана или погрузчика) представляют опасность травматизма. Дефицит времени, повышенная ответственность за результат труда, возможность возникновения ситуаций, связанных с производственными травмами, ожогами и риском для жизни, являются стресс-факторами, определяющими напряженность трудового процесса. Таким образом, напряженность труда на РМ вальцовщика и кузнеца ковочно-прокатного цеха, правильщика кольцепроката, разлильщика стали и подручного сталевара соответствует классу 3.1. Они составляют 14,5% от всех оцениваемых РМ, на остальных РМ КУТ по напряженности трудового процесса – допустимый.

Процессы получения и обработки металлов сопровождаются шумом, общей и локальной вибрацией. Их источниками является производственное оборудование (прокатные станы, прессы и ковочные молоты, машины типа гильотины для резки холодного металла, сталеплавильные печи, установки электрошлакового переплава, станки для обработки изделий, сварочные аппараты, пилы и пр.), воздухопроводы, горелки, цеховой транспорт.

Исследование уровней шума на РМ металлургов показало, что на площадках у работающего оборудования, участкахковки, сварки, резки, токарных, заточных, шлифовальных работ, местах загрузки и выгрузки шихты уровни шума часто были выше гигиенического норматива (ПДУ – 80 дБА) и составили 63,4-106,1 дБА (рис. 2). В периоды смены операций, отдыха в помещении пультовых и постов управления акустический фон соответствовал ПДУ практически во всех точках (59,3-81,4 дБА, средний уровень – $66,06 \pm 2,11$ дБА).

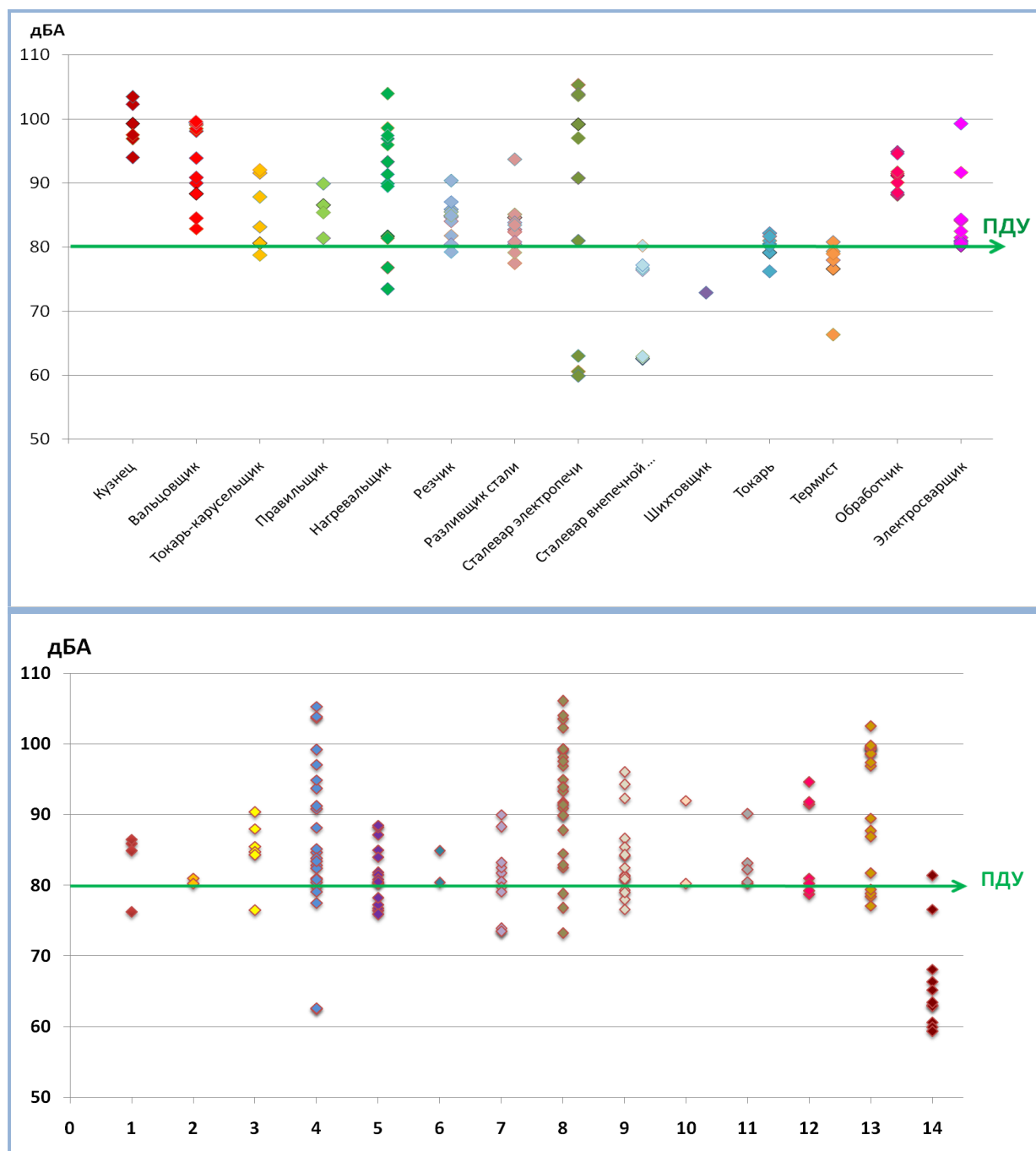


Рис. 2. Схематичное изображение общих уровней шума, измеренных на РМ металлургов (в оценке РМ по профессиональным группам и цехам)

Примечание. Нумерация цехов следующая: 1 – центр контроля и менеджмента качества, участок изготовления образцов; 2 – транспортный участок; 3 – цех подготовки производства; 4 – цех электрометаллургии; 5 – цех спецэлектрометаллургии; 6 – участок централизованной резки; 7 – кольцепрокатный цех; 8 – ковочно-прокатный цех; 9 – прессово-термический цех; 10 – цех механической обработки; 11 – цех кузнечно-прессовый; 12 – цех механической обработки поковок; 13 – сортопрокатный цех; 14 – пультовые, операторские

Figure 2 - Schematic representation of the general noise levels measured at the RM of metallurgists (in the assessment of WP by professional groups and workshops)

Note - The numbering of workshops is as follows: 1 - center for quality control and management, sample production site; 2 - transport section; 3 - pre-production shop; 4 - shop of electrometallurgy; 5 - shop of special electrometallurgy; 6 - section of centralized cutting; 7 - ring rolling shop; 8 - forging and rolling shop; 9 - press and heat shop; 10 - machining shop; 11 - shop forging and pressing; 12 - workshop for machining of forgings; 13 - section rolling shop; 14 - Console, camera

Самые высокие уровни шумовой нагрузки были на РМ сталеваров и подручных сталеваров электрометаллургического цеха (у электропечей, операция расплава шихты – 104-105 дБА по общему уровню, 107-109 по максимальному (PDU_{\max} 110 дБА) и 127-132 дБА по пиковому); кузнецов на молотах и прессах, нагревальщиков металла, машинистов на молотах и прессах ковочно-прокатного цеха (на кузнечном участке в процессековки изделий – 102-106 дБА по общему уровню, 108-109 по максимальному и 125-138 дБА по пиковому); резчика горячего металла на пилах сортопрокатного цеха (на участке резки – 100-103 дБА по общему уровню, 106-108 по максимальному и 120-122 дБА по пиковому). По спектральному составу шум на РМ резчика был постоянный, преимущественно среднечастотный. На РМ кузнечного участка – низко-среднечастотный, непостоянный, импульсный. На участке сталеварения – низко-среднечастотный, непостоянный, колеблющийся.

С учетом длительности производственных операций и шумоопасных работ на постоянных РМ металлургов рассчитывались эквивалентные уровни звука за смену ($L_{\text{ЭКВ}}$). Рабочие места, на которых установлена наиболее неблагоприятная акустическая нагрузка, т.е. с превышением предельно допустимого уровня звука по $L_{\text{ЭКВ}}$ более чем на 15 дБА (КУТ 3.2-3.3), представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Рабочие места металлургов с уровнями звука, существенно превышающими ПДУ
(более чем на 15 дБА по $L_{\text{ЭКВ}}$)**

Table 4

Workplaces of metallurgists with sound levels significantly exceeding the MPC (by more than 15 dBA in L_{eq})

Рабочие места	Средний уровень звука (min-max), дБА	Эквивалентный уровень звука, $L_{\text{ЭКВ}}$, дБА
Машинист на молотах, прессах и манипуляторах	106,1±1,0 (90,1-111,0*)	106,1
Резчик горячего металла	99,8±3,8 (82,8-105,7)	99,8
Подручный сталевара	99,9±0,6 (97,3-108,1)	99,2
Кузнец на молотах и прессах	98,9±1,3 (84,8-109,3)	98,9
Вальцовщик стана горячей прокатки 1	99,3±2,8 (97,6-102,9)	98,8
Вальцовщик стана горячей прокатки 2	96,0±3,2 (85,3-100,4)	96
Нагревальщик металла 1	95,7±1,1 (85,2-104,4)	95,7
Нагревальщик металла 2	95,6±3,4 (88,6-102,8)	95,6
Электросварщик ручной сварки	95,5±1,2 (88,3-101,7)	95,5

Примечание – * превышение допустимого максимального уровня звука (110 дБА)

Note - *exceeding the permissible maximum sound level (110 dBA)

Распределение РМ по классам условий труда в зависимости от шумовой экспозиции представлено на рисунке 3.

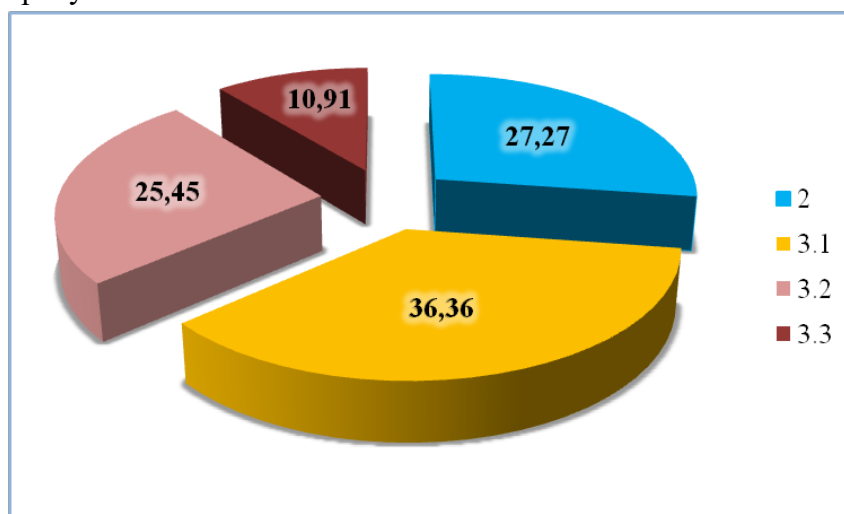


Рис. 3. Распределение рабочих мест металлургов по классам условий труда в соответствии с шумовой нагрузкой

Figure 3. Distribution of jobs for metallurgists by class of working conditions in accordance with the noise load

Исследование показало, что допустимые уровни производственного шума регистрировались на РМ электросварщика транспортного участка, ряде РМ мастеров, токарей, токарей-карусельщиков, нагревальщиков металла. Большинство обследованных РМ (72,73%) находились в группе профессионального риска здоровью.

Анализ результатов исследования уровней общей вибрации показал, что высокие скорректированные значения виброускорения определялись на кузнечном участке (РМ кузнеца на молотах и прессах - 141-160 дБ, машиниста на молотах и прессах – 134-136 дБ); в прессово-термическом цехе у правильщика проката – 137-144 дБ и вальцовщика – 117-136 дБ; в сортопрокатном цехе у вальцовщика – 120-123 дБ, нагревальщика металла – 111-119 дБ и резчика горячего металла – 128-132 дБ; в цехе подготовки производства у резчика холодного металла – 110-114 дБ; в спецэлектрометаллургическом цехе у подручного сталевара во время операции выбивки ковша – 109-113 дБ (ПДУ_{X,Y/Z} 97/100). Рассчитанные с учетом продолжительности воздействия эквивалентные скорректированные уровни виброускорения для 12,7% РМ соответствовали КУТ 3.4-4, а в группе профессионального риска здоровью находились 74,6% РМ (рис. 4).

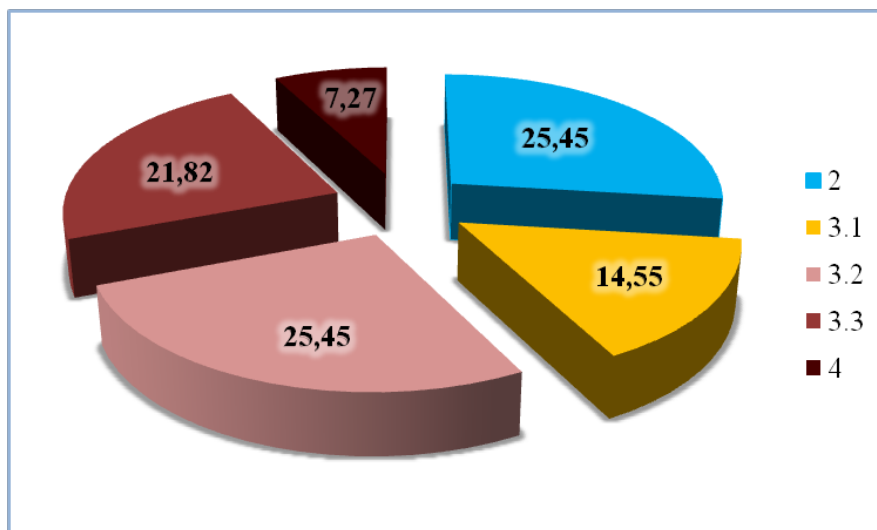


Рис. 4. Распределение рабочих мест металлургов по классам условий труда в соответствии с вибрационной нагрузкой (общая технологическая вибрация)
Figure 4. Distribution of workplaces for metallurgists by class of working conditions in accordance with the vibration load (general technological vibration)

Для девяти РМ, где выполнялись работы с ручным виброинструментом, оценивались уровни локальной вибрации. На четырех РМ – двух обработчиков поверхностных пороков металла, занятых на горячих участках работ, электросварщика, выполняющего операции резки графитовым электродом, и резчика при операции заточки резца на точильно-шлифовальной машине – скорректированные уровни вибрации составили 146, 146, 149 и 153 дБ соответственно, что выше ПДУ (126 дБ) на 20-27 дБ. Отметим, что работа в условиях действия локальной вибрации, превышающей ПДУ на 12 дБ и более, запрещена санитарным законодательством (независимо от ее продолжительности). Рассчитанные с учетом длительности воздействия эквивалентные скорректированные уровни виброускорения соответствовали КУТ 4 (опасный) для РМ обработчиков и электросварщика (5,45% всех РМ) и 3.2 для резчика участка изготовления образцов. Остальные РМ соответствовали допустимым условиям труда.

Микроклимат в ряде производственных цехов был нагревающим как в теплый, так и в холодный период года, а в некоторых цехах – в холодное время года был охлаждающим. Кроме того, на РМ шихтовщика и газорезчика цеха подготовки производства предусмотрено выполнение работ на улице 100% времени смены.

Сталеплавильное производство характеризуется мощными тепловыделениями (в основном за счет инфракрасного излучения – 60-90%), что опасно перегреванием, ожогами и профессионально обусловленными заболеваниями глаз.

Согласно проведенным исследованиям, параметры микроклимата в сталелитейных цехах (категории работ Па-Пб), прессово-термическом цехе (категории работ Пб-Ш) по температуре воздуха и индексу тепловой нагрузки среды (ИТНС) превышают ПДУ для теплого и холодного времени года. Результаты исследования параметров нагревающего микроклимата на РМ металлургов в горячих цехах приведены в таблице 5.

Таблица 5

Фактические уровни параметров нагревающего микроклимата на РМ металлургов, занятых на горячих участках работ

Table 5

Actual levels of parameters of the heating microclimate at the WP of metallurgists in hot work areas

Место измерения параметров нагревающего микроклимата	Параметры микроклимата						
	ИТНС, С°		Облучаемая поверхность тела		Интенсивность теплового облучения, Вт/м ²		
	ПДУ	Факт. min-max	ПДУ %	Факт. % поверхн ости	Время, ч	ПДУ	Факт. min-max
Сталевар, подручный сталеваара, разлищик стали цеха электро-металлургии (Пб)	23,9	25,1-31,9	25	100	до 6,4 ч	140	70-200
			25	25-50	до 0,5 ч	140	2200-2300
Сталевар, подручный сталеваара цеха спецэлектро-металлургии (Пб)	23,9	24,0-27,1	25	100	до 6,4 ч	140	80-300
			25	25-50	до 0,5 ч	140	1200-2300
Вальцовщик кольцепроката (Пб)	23,9	24,5-26,8	25	100	до 5 ч	140	50-233
			25	>50	до 1 ч	140	1550-2300
Вальцовщик ковочно-прокатного цеха (Пб)	21,8	21,3-25,8	25	>50	до 4 ч	140	100-130
			25	>50	до 1 ч	140	1100-2343
Термист прессово-термического цеха (Пб)	23,9	24,9-28,5	25	100	до 6,4 ч	140	23-120
			25	25-50	до 0,5 ч	140	1005-2420
Термист кузнечно-прессового цеха (Пб)	25,8	22,8-23,2	25	100	до 0,1 ч	140	2153-2310
Прокатчик сортопрокатного цеха (Пб)	23,9	20,0-25,5	25	25-50	до 2 ч	140	100-900
			25	>25	до 0,5 ч	140	1116-2338

Представленные в таблице 5 РМ, параметры микроклимата на которых не соответствовали ПДУ как по ИТНС, так и по показателям теплового облучения, составили

18,2% всех оцениваемых РМ, КУТ 3.1-3.4. Стоит отметить, что все рабочие горячих цехов оснащены СИЗ тела, рук, ног, головы, лица и глаз.

Температура воздуха в холодный период года была ниже допустимых значений на 20,0% РМ, расположенных в металлообрабатывающих цехах: цехе подготовки производства (категории работ Пб-III), сортопрокатном цехе (категории работ Па-III), цехе механической обработки и на участке централизованной резки (категория работ Па), КУТ 3.1-3.3. Для работ, проводимых на улице (РМ шихтовщика цеха подготовки производства), климатические нормы (Нижегородская область относится к III климатическому региону и II поясу) температуры холодного периода года соответствуют классу условий труда 3.3.

Результаты исследования параметров искусственного освещения на рабочих поверхностях, требующих визуального контроля проводимых работ, в рабочих помещениях металлургических цехов приведены в таблице 6.

Таблица 6

Результаты измерения уровней искусственной освещенности и пульсации света на РМ металлургов (разряды зрительных работ – V-VIII)

Table 6

The results of measuring the levels of artificial illumination and light pulsation on the WP of metallurgists (categories of visual work - V-VIII)

Место измерения уровней производственного освещения	Искусственная освещенность, Еи, лк		Коэффициент пульсации, Кп, %	
	ПДУ	Факт. min-max	ПДУ	Факт. min-max
1. Центр контроля и менеджмента качества, участок изготовления образцов	200	784-925	20	0,3-3,2
2. Транспортный участок	200	290-310	20	12-20
3. Цех подготовки производства	200	413-645	20	0,1-0,2
4. Цех электрометаллургии	200	71,3*-996	20	1-10,6
5. Цех спецэлектрометаллургии	200	58*-445	20	0,5-32*
6. Участок централизованной резки	200	95-160*	20	25-35*
7. Кольцепрокатный цех	200	61*-431	20	0,5-38,2*
8. Ковочно-прокатной цех	200	30-151*	20	0,1-26,5*
9. Прессово-термический цех	200	39*-551	20	1,1-25*
10. Цех механической обработки	200	79*-208	20	0,2-2,1
11. Цех кузнечно-прессовый	200	192*-593	20	0,2-35*
12. Цех механической обработки поковок	200	323-495	20	0,2-0,4
13. Сортопрокатной цех	200	88*-398	20	0,1-38

Примечание – * отмечены значения, не соответствующие ПДУ

Note - * values are marked that do not correspond to the remote control

Проведенные исследования показали, что уровни освещенности в производственных цехах колеблются от 97 до 871 лк, т.е. отличаются до 9 раз по средним значениям. РМ четырех производственных цехов не соответствуют гигиеническим нормам по уровням освещенности рабочих поверхностей, шести – по коэффициенту пульсации светового потока (на 43,6% РМ КУТ по освещенности 3.1).

Выявленные отклонения параметров световой среды на РМ металлургов свидетельствуют о наличии для рабочих риска производственного травматизма, обусловленного низким качеством обработки визуальной информации вследствие недостаточной освещенности, высокой пульсации и возможного появления стробоскопических эффектов при работах с вращающимся оборудованием. Нерациональное освещение может приводить к более быстрому развитию утомления, появлению чувства сонливости, особенно при работах в темное время суток.

Анализ результатов оценки загрязненности воздушной среды производственных помещений показал, что, как правило, максимальные разовые (C_{MP}) и среднесменные (C_{CC}) концентрации анализируемых химических веществ и пыли не превышали ПДК для ВРЗ. Исключение составили уровни диоксида серы (36,4% всех РМ), никеля (3,6% всех РМ, причем на одном из них регистрировались повышенные уровни SO_2) и взвешенных веществ (5,5% всех РМ).

Содержание SO_2 , обладающего раздражающим действием, на исследуемом металлургическом производстве не соответствовало гигиеническому нормативу в $24,4 \pm 4,6\%$ проб воздуха. Превышение ПДК $_{MP}$ данного вещества от 1,02 до 2,89 раза фиксировалось в ВРЗ спецэлектрометаллургического, ковочно-прокатного, прессово-термического, кузнечно-прессового, сортопрокатного цехов, а также цехов подготовки производства, механической обработки и механической обработки поковок. Условия труда на РМ указанных цехов классифицировались как вредные первой и второй степени.

В кузнечно-прессовом цехе на РМ токаря и цехе механической обработки поковок на РМ обработчика поверхностных пороков металла содержание никеля (аллерген, канцероген) превышало ПДК $_{MP}$ в 6,68 и 1,76 раза соответственно (КУТ – 3.3 и 3.2).

Условия труда на РМ сталевара и подручного сталевара в электрометаллургическом цехе классифицировались как вредные первой степени по содержанию твердых частиц пыли – превышение ПДК $_{CC}$ 1,1-1,3 раза соответственно (КУТ 3.1). В ряде проб повышенные уровни запыленности воздуха фиксировались в сортопрокатном и ковочно-прокатном цехах.

Ввиду наличия в ВРЗ большого числа поллютантов, способных вызывать патологические изменения в одних и тех же органах и системах, был произведен расчет уровней суммарных эффектов воздействия вредных веществ при однонаправленном характере биологического действия. Это позволило выявить превышение допустимых пределов и критические органы и системы у работников обследуемого металлургического предприятия. Наибольшие риски развития патологии (значение суммы выше единицы) были установлены для органов дыхания, сердечно-сосудистой и кроветворной систем, желудочно-кишечного тракта.

Для рабочих мест, где суммарный эффект биологического действия превышал предельно допустимый порог (>1), КУТ определялся как вредный. Исходя из полученных результатов, 71,7% РМ с учетом эффекта суммации по химическому фактору были отнесены к КУТ 3.1-3.2.

Наиболее высокие уровни профессионального риска от воздействия поллютантов ВРЗ были установлены для работников электрометаллургического (сталевар, подручный сталевара, разлищик стали), ковочно-прокатного (электросварщик ручной сварки, вальцовщик стана горячей прокатки, кузнец на молотах и прессах, машинист на молотах и прессах, нагреватель металла), прессово-термического (нагреватель металла, правитель проката и труб, вальцовщик стана горячей прокатки, термист), кузнечно-прессового (токарь) цехов и цеха механической обработки поковок (обработчик поверхностных пороков металла).

Основной вклад в формирование повышенных рисков патологических изменений оцениваемых органных эффектов для различных РМ вносили диоксид серы, ВВ, никель, марганец. Весовая доля перечисленных веществ в уровне риска зависела от особенностей технологического процесса.

Результаты исследований других авторов также свидетельствуют, что действию ВВ и металлов подвергались работники, осуществляющие подготовку материалов и проб металлов, подготовку ковшей, процесс плавки и легирования, механическую обработку; формальдегида, СО и БП – обслуживающие печей и работающие с раскаленным металлом; бензола – сварщики [11, 14].

Следует отметить, что SO_2 в значительных количествах присутствовал практически на всех производственных участках. Данное химическое соединение, наряду с пылью, является одним из основных загрязнителей воздуха металлургических предприятий, поступая из руды и шихты, обогащенной сульфидами, при дегазации или раскислении металла и прочих процессах [12, 15, 20]. Вследствие значительной летучести диоксид серы способен распространяться за пределы основных цехов, тем самым обуславливая значительные концентрации на территории всего металлургического завода и за его границами [21]. Так, при исследовании воздуха на открытых площадках на расстоянии 15–1000 м от основных цехов предприятия по производству никеля, меди, кобальта и других цветных металлов было установлено, что максимальные разовые концентрации SO_2 в атмосфере превышали ПДК в 2–5 раз [22].

Заключение. Результаты гигиенической оценки условий труда на 55 рабочих местах в сталелитейных и металлообрабатывающих цехах предприятия, расположенного в Нижегородской области, показали, что 2/3 РМ характеризовались наличием вибро-акустического фактора, превышающего ПДУ; на более чем половине оцениваемых РМ отмечена высокая тяжесть труда, на трети – неблагоприятный микроклимат, для работников 7 РМ установлен напряженный труд. Результаты анализа загазованности и запыленности ВРЗ показали превышения ПДК по взвешенным веществам, диоксиду серы и никелю. Оценка суммарных эффектов однонаправленного действия химических веществ выявила повышенный риск для критических органов и систем более чем на 70% обследованных РМ.

Таким образом, все металлурги в той или иной степени находятся в группе риска развития профессиональной либо производственно обусловленной патологии. Для более точного прогноза профессиональной надежности и разработки адресных профилактических мероприятий необходимо провести оценку индивидуальных профессиональных рисков с учетом всего комплекса воздействующих факторов. Также необходимо определить наиболее рациональный режим труда.

Исходя из полученных в ходе данной работы сведений очевидным является необходимость в кратчайшие сроки провести организационные, технические и технологические мероприятия по предотвращению и значимому снижению опасного вибро-акустического и термического воздействия на рабочих, сокращению физически тяжелых работ с помощью механизации и автоматизации рабочих операций, разработки и внедрения более прогрессивных и принципиально новых технологических процессов, технических решений, использования современных эффективных СИЗ, включая промышленные экзоскелеты.

Список литературы:

1. Олещенко А.М., Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Корсакова Т.Г., Мотуз И.Ю. Гигиеническая оценка физических факторов производственной среды на рабочих местах металлургов. Современные научные исследования и инновации. 2014; 1. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/01/30815> (дата обращения: 27.02.2023).
2. Масыгутова Л.М., Абдрахманова Е.Р., Бакиров А.Б., Гимранова Г.Г., Ахметшина В.Т., Гизатуллина Л.Г., Габдулвалеева Э.Ф., Волгарева А.Д., Хафизова А.С. Роль условий труда в формировании профессиональной заболеваемости работников металлургического производства. Гигиена и санитария. 2022; 101(1): 47–52.
3. Максимова М.А. Оценка профессиональных рисков для работников литейного цеха ООО «Производственная компания» (г. Иркутск). XXI век. Техносферная безопасность. 2021; 6(1): 75–93. DOI: 10.21285/25QQ-1582-2Q21-1-75-93.
4. Перспективы российской металлургической отрасли. URL: <https://journal.open-broker.ru/research/perspektivy-rossijskoj-metallurgicheskoy-otrasli/> (дата обращения 30.10.2022).
5. Лазаренков А.М. Оценка условий труда работающих в литейных цехах с массовым характером производства. Литье и металлургия 2017; 4(89): 134–137.
6. Чеботарев А.Г., Прохоров В.А. Современные условия труда и профессиональная заболеваемость металлургов. Медицина труда и промышленная экология 2012; 6: 1–7.
7. Шинкарева Т.А., Гедрович А.И., Голофаев А.Н. Исследование вредных факторов литейного производства на различных этапах технологического процесса. Ресурсосберегающие технологии производства и обработки давлением материалов в машиностроении. 2010; 1: 209-215.
8. Zohra D.F., Bouhafis M. Prevailing factors of musculoskeletal disorders in steel foundry workers. DOI: 10.46315/1714-000-010-029. URL: <https://ds.univ-oran2.dz:8443/jspui/handle/123456789/2681> (дата обращения: 09.03.2023).
9. Stoilova I., Georgieva S., Kamburova M., Kostadinova P., A study on stress factors in ferrous metallurgy in Bulgaria and ways of their minimizing and control. European Journal of Public Health 2021; 31(3). DOI: 10.1093/eurpub/ckab165.374.
10. Федорук А.А., Другова О.Г., Кудряшов И.Н., Мартин С.В. Оценка условий труда и состояния здоровья работников основных профессий прокатного цеха. Медицина труда и экология человека. 2018; 4: 70–77.
11. Głownia J. Metallurgy and technology of steel castings. Bentham Science Publishers. 2017; 318.

12. Jia J., Cheng S., Yao S., Xu T., Zhang T., Ma Y., Wang H., Duan W. Emission characteristics and chemical components of size-segregated particulate matter in iron and steel industry. *Atmospheric Environment*. 2018; 182: 115–127. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2018.03.051.
13. Mozaffari S. Effects of occupational exposures on respiratory health in steel factory workers. *Frontiers in Public Health*. 2023; 11: 291. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1082874.
14. Reardon A.C. *Metallurgy for the Non-metallurgist*. Asm International. 2011; 1: 514.
15. Smith N.A. *Технология металлов и металлообрабатывающая промышленность. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда (в 4 т.)*. 2001; Т.3: 665–718.
16. Stoynovska M., Stoynovska, Stateva D., Toncheva R. Occupational medical examination and eye health prevention among Bulgarian metallurgy workers. *The European Journal of Public Health*. 2015; 25(suppl_3). DOI: 10.1093/eurpub/ckv176.190.
17. Ермолович Е.В. Инновационные подходы и решения в области охраны труда на металлургических предприятиях. *Проблемы современной науки и образования*. 2016; 7(49): 69–71.
18. Минько В.М., Евдокимова Н.А. О существующих и новых подходах к количественной оценке условий труда в машиностроении. *Известия КГТУ*. 2016; 43: 239–248.
19. Choobineh A. Musculoskeletal symptoms among workers of metal structure manufacturing industry in Shiraz, 2005. *Iranian Journal of Epidemiology*. 2009; 5(3): 35–43.
20. Sarkar S., Mazumder D. Solid waste management in steel industry—challenges and opportunities. *Engineering and Technology International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*. 2015; 9(3): 984–987.
21. Зуев Д.В., Кашкин В.Б. Анализ выбросов диоксида серы по данным инструмента ОМІ (спутник AURA) для Норильской промышленной зоны. *Оптика атмосферы и океана*. 2013; 26(9): 793–797.
22. Чащин В.П., Сюрин С.А., Гудков А.Б., Попова О.Н., Воронин А.Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода. *Медицина труда и промышленная экология*. 2014; 9: 20–26.

References:

1. Oleshchenko A.M., Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Korsakova T.G., Motuz I.Y. *Gigienicheskaya otsenka fizicheskikh faktorov proizvodstvennoy sredy na rabochih mestah metallurgov*. [Hygienic assessment of the physical factors of production environment at the workplaces of metallurgists]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii*. [Modern scientific research and innovation]. 2014; 1. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/01/30815>. (In Russ)
2. Masyagutova L.M., Abdrakhmanova E.R., Bakirov A.B., Gimranova G.G., Akhmetshina V.T., Gizatullina L.G., Gabdulvaleeva E.F., Volgareva A.D., Khafizova A.S. *Rol' usloviy truda v formirovaniy professional'noy zaboлеваemosti rabotnikov metallurgicheskogo proizvodstva*. [The role of working conditions in the formation of occupational morbidity of workers in metallurgical production. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2022; 101(1): 47–52. (In Russ)
3. Maksimova M.A. *Otsenka professional'nyh riskov dlya rabotnikov liteinogo tseha OOO "Proizvodstvennaya kompaniya" (g.Irkutsk). XXI vek*. [Assessment of professional risks for

- employees of the foundry of the "Production company" LLC (Irkutsk). XXI century]. *Tehnosfer'naja bezopasnost'*. [Tekhnospere safety]. 2021; 6(1): 75–93. DOI: 10.21285/25QQ-1582-2Q21-1-75-93. (In Russ)
4. *Perspektivy Rossiiskoy metallurgicheskoy promyshlennosti*. [Prospects of the Russian metallurgical industry]. URL: <https://journal.open-broker.ru/research/perspektivy-rossijskoj-metallurgicheskoy-otrasli/> (access date 30.10.2022). (In Russ)
 5. Lazarenkov A.M. *Otsenka usloviy truda rabotayutshih v liteynyh tsehah s massovym karakterom proizvodstva*. [Assessment of working conditions in foundries with the mass production]. *Lit'e i metallurgija*. [Casting and metallurgy]. 2017; 4(89): 134–137. (In Russ)
 6. Tchebotaryov A.G., Prokhorov V.A. *Sovremennye usloviya truda i professional'naya zaboлеваemost' metallurgov*. [Contemporary work conditions and occupational morbidity in metallurgists]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. [Occupational health and industrial ecology]. 2012; 6: 1–7. (In Russ)
 7. Shinkareva T.A., Gedrovich A.I., Golofaev A.N. *Issledovanie vrednyh faktorov liteinogo proizvodstva na razlichnyh etapah tehnologicheskogo protsessa*. [Investigation of harmful factors of foundry production at various stages of the technological process]. *Resursosberegajushhie tehnologii proizvodstva i obrabotki davleniem materialov v mashinostroenii*. [Resource-saving technologies for the production and processing of materials by pressure in mechanical engineering]. 2010; 1: 209-215. (In Russ)
 8. Zohra D.F., Bouhafis M. Prevailing factors of musculoskeletal disorders in steel foundry workers. DOI: 10.46315/1714-000-010-029. URL: <https://ds.univ-oran2.dz:8443/jspui/handle/123456789/2681> (date of application 09.03.2023).
 9. Stoilova I., Georgieva S., Kamburova M., Kostadinova P., A study on stress factors in ferrous metallurgy in Bulgaria and ways of their minimizing and control. *European Journal of Public Health*. 2021; 31(3). DOI: 10.1093/eurpub/ckab165.374.
 10. Fedoruk A.A., Drugova O.G., Kudryashov I.N., Martin S.V. *Otsenka usloviy truda i sostoyaniya zdorov'ya rabotnikov osnovnyh professiy prokatnogo tseha*. [Assessment of working conditions and status of health of workers of the main professions of rolling production]. *Medicina truda i jekologija cheloveka*. [Occupational health and human ecology]. 2018; 4: 70–77. (In Russ)
 11. Głownia J. *Metallurgy and technology of steel castings*. Bentham Science Publishers; 2017. 318 p.
 12. Jia J., Cheng S., Yao S., Xu T., Zhang T., Ma Y., Wang H., Duan W. Emission characteristics and chemical components of size-segregated particulate matter in iron and steel industry. *Atmospheric Environment*. 2018; 182: 115–127. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2018.03.051.
 13. Mozaffari S. Effects of occupational exposures on respiratory health in steel factory workers. *Frontiers in Public Health*. 2023; 11: 291. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1082874.
 14. Reardon A.C. *Metallurgy for the Non-metallurgist*. Asm International; 2011. 514 p.
 15. Smith N.A. *Metal technology and metalworking industry*. *Encyclopedia of Occupational Safety and Health* (in 4 volumes) 2001; T.3: 665–718.
 16. Stoynovska M., Stoynovska, Stateva D., Toncheva R. Occupational medical examination and eye health prevention among Bulgarian metallurgy workers. *The European Journal of Public Health*. 2015; 25(suppl_3). DOI: 10.1093/eurpub/ckv176.190.

17. Ermolovich E.V. *Innovatsionnye podhody I resheniya v oblasti ohrany truda na metallurgicheskikh predpriyatiyah*. [Innovative approaches and solutions in the field of occupational safety in the iron and steel enterprises. *Problemy sovremennoj nauki i obrazovanija*. [Problems of modern science and education]. 2016; 7(49): 69–71. (In Russ)
18. Minko V.M., Evdokimova N.A. *O sutschestvuyuschih i novyh podhodah k kolichestvennoy otsenke usloviy truda v mashinostroenii*. [On existing and new approaches to quantitative assessment of working conditions in mechanical engineering]. *Izvestija KGTU*. [KSTU news]. 2016; 43: 239–248. (In Russ)
19. Choobineh A. Musculoskeletal symptoms among workers of metal structure manufacturing industry in Shiraz, 2005. *Iranian Journal of Epidemiology*. 2009; 5(3): 35–43.
20. Sarkar S., Mazumder D. Solid waste management in steel industry-challenges and opportunities. *Engineering and Technology International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*. 2015; 9(3): 984–987.
21. Zuev D.V., Kashkin V.B. *Analiz vybrosov dioksida sery po dannym instrumenta OMI (sputnik AURA) dlya Noril'skoy promyshlennoy zony*. [Analysis of sulfur dioxide emissions above Norilsk industrial area using AURA satellite data]. *Optika atmosfery i okeana*. [Optics of atmosphere and ocean]. 2013; 26(9): 793–797. (In Russ)
22. Shachchin V.P., Siurin S.A., Goudkov A.B., Popova O.N., Voronin A.Yu. *Vozdeistvie promyshlennykh zagryazneniy atmosfernogo vozduha na organism rabotnikov vopolnyayushchikh trudovye operatsii na otkrytom vozduhe v usloviyah holoda*. [Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. [Occupational health and industrial ecology]. 2014; 9: 20–26. (In Russ).

Поступила/Received: 28.03.2023

Принята в печать/Accepted: 11.05.2023

УДК 613.6.02

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ АЭРОЗОЛЕЙ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Волкова М.А.¹, Рахимзянов А.Р.¹, Файзова Ю.М.², Фатхутдинова Л.М.¹

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский институт» Минздрава России,
Казань, Россия

²ООО Клиника-санаторий «Набережные Челны», Набережные Челны, Россия

Аннотация: Машиностроительная отрасль входит в число отраслей с одним из самых высоких уровней загрязнения воздуха рабочей зоны промышленными аэрозолями. Последние годы в литейном производстве произошли изменения технологий. При использовании новых методов в воздух рабочей зоны попадает меньше вредных веществ, но размер частиц уменьшается в связи с использованием электрических нагревателей.

Цель исследования: изучить различия в структуре профессиональных заболеваний органов дыхания в зависимости от состава промышленных аэрозолей на рабочих местах при сравнении когорт 2016–2018 гг. и 2019–2021 гг.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования были проанализированы работники литейного завода машиностроительного предприятия, которые имели вредные условия труда по параметрам загрязнения воздуха рабочей зоны. Работники были разделены на две группы: работники, прошедшие программу реабилитации хотя бы один раз с 2016 по 2018 гг. и с 2019 по 2021 гг.

Анализ проводился отдельно в 3 категориях: 1) работники с преимущественным воздействием высокофиброгенной пыли (наличие в воздухе рабочей зоны аэрозолей с содержанием более 10% диоксида кремния); 2) работники с преимущественным воздействием слабофиброгенной пыли (наличие в воздухе рабочей зоны аэрозолей с содержанием менее 10% диоксида кремния); 3) работники с преимущественным воздействием аэрозолей металлов и токсических веществ.

Результаты и обсуждение. Таким образом, условия труда в группе 2019–2021 гг. улучшились по сравнению с группой 2016–2018 гг. У работников, контактировавших со слабофиброгенной пылью, при заметном улучшении класса условий труда на рабочем месте отмечается увеличение доли работников с рестриктивными нарушениями вентиляционной способности легких и рост заболеваемости пневмокониозами. В группе контактировавших с аэрозолями металлов и токсических веществ при заметном улучшении условий труда произошло увеличение заболеваемости ХОБЛ и хронических токсико-пылевых бронхитов.

Ключевые слова: промышленные аэрозоли, условия труда.

Для цитирования: Волкова М.А., Рахимзянов А.Р., Файзова Ю.М., Фатхутдинова Л.М. Особенности воздействия промышленных аэрозолей на дыхательную систему работников машиностроительного предприятия. Медицина труда и экология человека. 2023:118-130.

Для корреспонденции: Волкова Мария Александровна, аспирант, e-mail: mar15677823@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10309>

FEATURES OF THE IMPACT OF INDUSTRIAL AEROSOLS ON THE RESPIRATORY SYSTEM OF MACHINE-BUILDING WORKERS

Volkova M.A.¹, Rakhimzyanov A.R.¹, Fatkhutdinova L.M.¹, Fayzova Yu.M.²

¹ Kazan State Medical University, Russian Health Ministry, Kazan, Russia

² Clinic-sanatorium "Naberezhnye Chelny", Naberezhnye Chelny

Abstract: *The machine-building industry is one of the industries with one of the highest levels of air pollution in the working area with industrial aerosols. In recent years, there has been a change in production technologies in the foundry industry. When using new methods, less harmful substances enter the air of the working area, but the particle size decreases due to the use of electric heaters.*

The purpose of the work: *to study the effect of industrial aerosols of various compositions on the respiratory system of workers in the foundry of a machine-building enterprise, in different periods of time between 2016 and 2018 and between 2019 and 2021.*

Materials and methods. *In the course of the study, foundry workers of the machine-building enterprise were analyzed. They had harmful working conditions in terms of air pollution parameters of the working area. Workers were divided into two groups: workers who completed the rehabilitation program at least once in the period from 2016 to 2018 and in the period from 2019 to 2021.*

The analysis was carried out separately in 3 categories: 1) workers with predominant exposure to highly fibrogenic dust (the presence of aerosols in the air of the working area containing more than 10% silicon dioxide); 2) workers with predominant exposure to low-fibrogenic dust (the presence in the air of the working area of aerosols containing less than 10% silicon dioxide); 3) workers with predominant exposure to metal aerosols and toxic substances.

Results and discussion: *thus, working conditions in the 2019–2021 group improved compared to the 2016–2018 group. In workers who were exposed to low-fibrogenic dust, with a noticeable improvement in the class of working conditions at the workplace, there is an increase in the proportion of workers with restrictive disorders of the ventilation capacity of the lungs and an increase in the incidence of pneumoconiosis. In the group of metals and toxic substances in contact with aerosols, with a noticeable improvement in working conditions, there was an increase in the incidence of COPD and chronic toxic-dust bronchitis.*

Keywords: *industrial aerosols, working conditions.*

For citation: *Volkova M.A., Rakhimzyanov A.R., Fatkhutdinova L.M., Fayzova Yu.M. Features of the impact of industrial aerosols on the respiratory system of machine-building workers. Occupational Health and Human Ecology. 2023:118-130.*

For correspondence: *Mariya A. Volkova, postgraduate student, e-mail mar15677823@mail.ru*

Financing: *the study had no financial support.*

Conflict of interest: *the authors declare no conflict of interest.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10309>

Введение. Хронические респираторные заболевания относятся к числу наиболее распространенных неинфекционных заболеваний во всем мире, в основном из-за повсеместного распространения вредных воздействий окружающей среды, профессиональных и поведенческих факторов [1].

Российская Федерация традиционно имеет большое количество производств с воздействием промышленных аэрозолей на различных предприятиях металлургии, механической обработки, металлообработки, строительства и других смежных отраслей [2]. Машиностроительная отрасль входит в число отраслей с одним из самых высоких уровней загрязнения воздуха рабочей зоны промышленными аэрозолями [3]. Работники этой отрасли промышленности подвергаются повышенному риску респираторных и других заболеваний в результате воздействия вредных уровней взвешенных частиц в воздухе в течение длительных периодов времени [4].

Горячая обработка металла (литейное производство) широко используется в машиностроительной отрасли [5]. В литейном производстве применяются сложные и опасные технологические процессы заливки форм и плавки. Для формовочных смесей используют горючие, токсичные и легковоспламеняющиеся вещества, из которых образуются аэрозоли конденсации и дезинтеграции [6].

В последние годы в литейном производстве произошло изменение технологий производства. На смену дуговым и вагранным печам пришли индукционные печи с электроплавкой, что позволило увеличить производство на 13%. При использовании данного метода в воздух рабочей зоны попадает меньше вредных веществ, но размер частиц уменьшается в связи с использованием электрических нагревателей [7].

Цель исследования: изучить различия в структуре профессиональных заболеваний органов дыхания в зависимости от состава промышленных аэрозолей на рабочих местах при сравнении когорт 2016–2018 гг. и 2019–2021 гг.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования были проанализированы условия труда и медицинские карты работников литейного завода ПАО «КАМАЗ», принявших участие в программе реабилитации, разработанной в ООО Клиника-санаторий «Набережные Челны» ПАО «КАМАЗ» для работников из группы риска по развитию профессиональных заболеваний [8]. Критериями включения явились: участие в программе реабилитации ООО Клиника-санаторий «Набережные Челны» ПАО «КАМАЗ», стаж работы с промышленными аэрозолями 15 и более лет, а также наличие на рабочих местах превышений ПДК промышленных аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, аэрозолей металлов и токсических веществ, отсутствие у работника сопутствующих заболеваний органов дыхания.

Работники были разделены на две группы: 1) прошедшие программу реабилитации хотя бы один раз в 2016–2018 гг.; 2) прошедшие программу реабилитацию в 2019–2021 гг. В первую группу вошли 214 работников; возраст рабочих составил от 35 до 68 лет, из них 83% - мужчины и 17% - женщины. Во вторую группу были включены 120 работников; возраст от 37 до 69 лет, из них 74% - мужчины и 26% - женщины.

Анализ проводился отдельно в 3 категориях: 1) работники с преимущественным воздействием высокофиброгенной пыли (наличие в воздухе рабочей зоны аэрозолей с содержанием более 10% диоксида кремния); 2) работники с преимущественным воздействием слабофиброгенной пыли (наличие в воздухе рабочей зоны аэрозолей с

содержанием менее 10% диоксида кремния); 3) работники с преимущественным воздействием аэрозолей металлов и токсических веществ.

Условия труда работников оценивались по картам специальной оценки условий труда. Состояние здоровья работников оценивалось на основании медицинских карт с углубленным анализом данных спирометрии по следующим параметрам: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), ФЖЕЛ (% от должного), объем форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1), ОФВ1 (% от должного), отношение ОФВ1/ФЖЕЛ (%). На основании этих показателей определялся тип нарушения вентиляционной способности легких: обструктивный, рестриктивный и смешанный тип, согласно критериям [9]. Обструктивный тип нарушений устанавливался при ОФВ1/ФЖЕЛ менее 70%, рестриктивный тип - при ФЖЕЛ менее 80% и нормальном ОФВ1/ФЖЕЛ, смешанные нарушения диагностировались при снижении всех основных показателей [10].

Дополнительно в каждой из этих групп проанализирована первичная профессиональная заболеваемость на основании извещений о заключительном диагнозе профессионального заболевания, выданных Республиканским центром профпатологии Министерства здравоохранения Республики Татарстан.

Полученные данные обрабатывали с помощью компьютерной программы Microsoft Excel 2007. Для оценки достоверности различий изучаемых выборок применяли критерий χ^2 (хи-квадрат) и критерий t Стьюдента для несвязанных совокупностей. При $p < 0,05$ различия считали статистически значимыми.

Результаты исследования. В группе работников, преимущественно контактировавших с высокофиброгенными аэрозолями, реабилитацию в 2016–2018 гг. прошли 100 работников, а в 2019–2021 гг. - 52 работника (рис. 1).

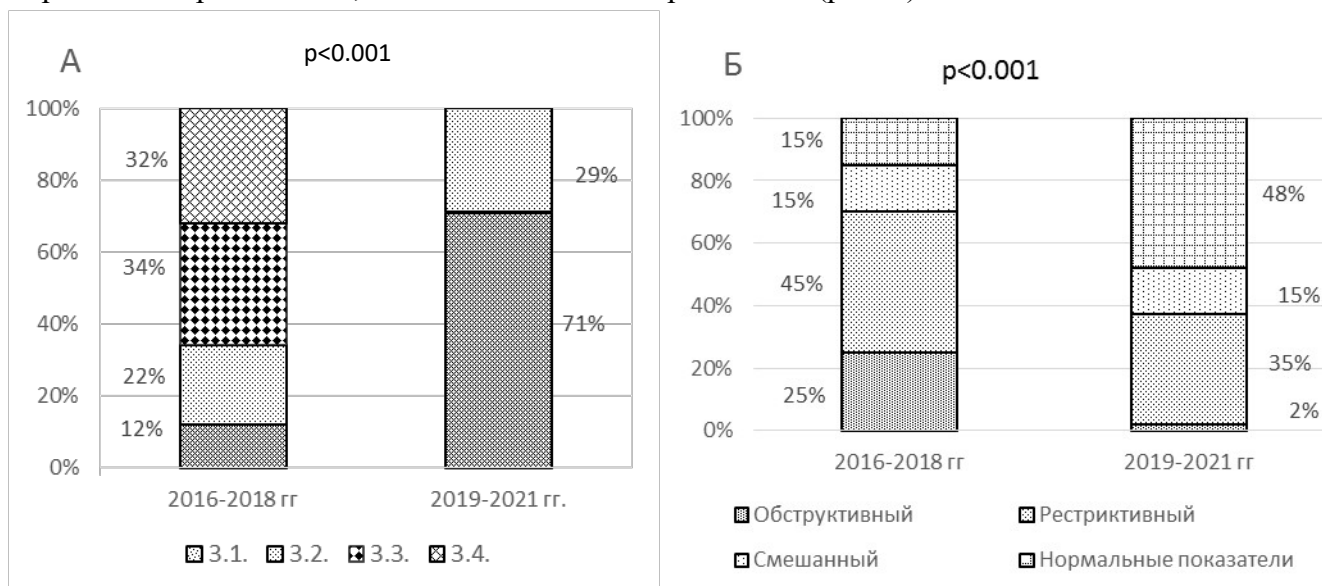


Рис. 1. Условия труда и состояние дыхательной системы у работников, контактировавших с высокофиброгенными аэрозолями. А - структура классов условий труда по загрязнению воздуха рабочей зоны; Б - структура типов вентиляционных нарушений

Figure 1. Working conditions and the state of the respiratory system of workers exposed to highly fibrogenic aerosols. A - the structure of classes of working conditions for air pollution in the working area; B - structure of types of ventilation disorders

На рабочих местах работников, контактировавших с высокофиброгенными аэрозолями, обследованных во время реабилитации в 2019–2021 гг., условия труда, по сравнению с 2016–2018 гг., улучшились ($\chi^2(3) = 108.9$, $p < 0,001$). В 2019–2021 годах условия труда соответствовали классам условий труда 3.1 или 3.2, тогда как в 2016–2018 гг. 34% рабочих мест имели класс условий труда 3.3 и 32% - класс условий труда 3.4. В этой же группе работников, контактировавших с высокофиброгенными аэрозолями, была выше доля работников с показателями, соответствующими физиологическим нормам вентиляционной способности легких 48%. При этом среди работников с нарушениями функции внешнего дыхания по данным спирометрии отмечалось статистически значимое снижение доли имеющих обструктивные нарушения ($\chi^2(3) = 38.1$, $p < 0,001$).

В группе работников, контактировавших преимущественно со слабофиброгенной пылью, реабилитацию в 2016–2018 гг. прошли 74 работника, а в 2019–2021 гг. - 27 работников (рис. 2).

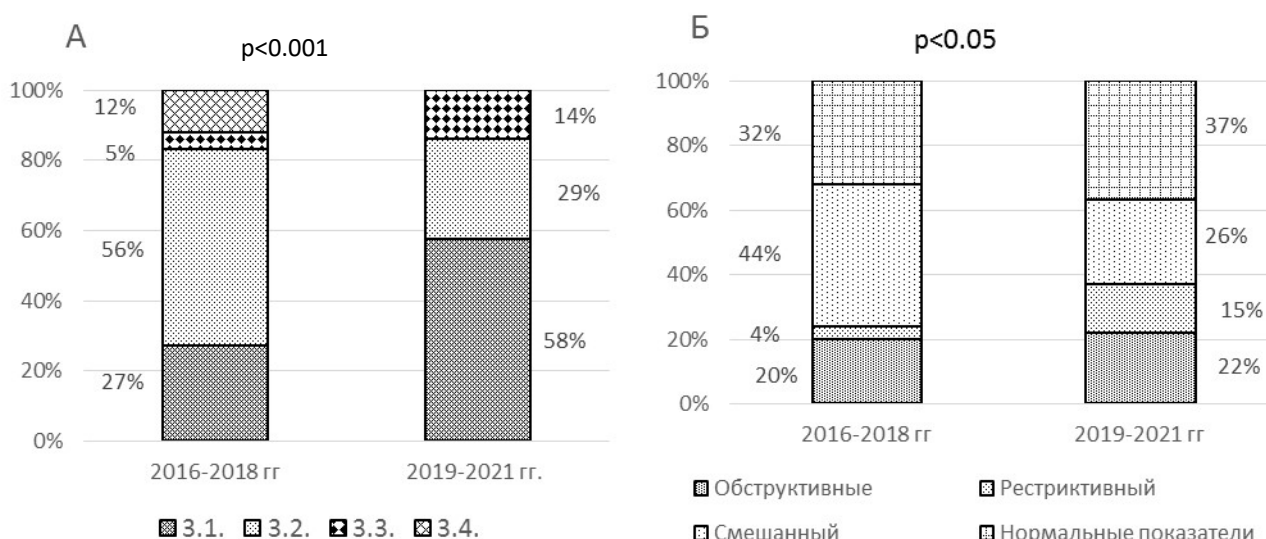


Рис. 2. Условия труда и состояние дыхательной системы у работников, контактировавших преимущественно со слабофиброгенными аэрозолями. А - структура классов условий труда по загрязнению воздуха рабочей зоны; Б - структура типов вентиляционных нарушений

Figure 2. Working conditions and the state of the respiratory system in workers who were exposed to weak fibrogenic aerosols. А - the structure of classes of working conditions for air pollution of the working area; В - structure of types of ventilation disorders

При сравнительной оценке классов условий труда на рабочих местах обследованных, подвергавшихся воздействию слабофиброгенных аэрозолей, было выявлено, что в 2019–2021 гг. доля работников, занятых на рабочих местах с классом условий труда 3.1, увеличилась более чем в 2 раза - до 58% ($\chi^2(3) = 36,1$, $p < 0,001$); доля рабочих мест с вредными классами условий труда 3.3 и 3.4 снизилась с 17% до 14% по сравнению с 2016–2017 гг. (различия статистически не значимы). При оценке типов вентиляционных нарушений установлено, что доля работников с показателями, соответствовавшими физиологической норме, осталась прежней: 20 % в 2016–2018 гг. и 22% в 2018–2021 гг., но при этом в структуре типов

вентиляционных нарушений отмечалась тенденция к увеличению доли обследованных с рестриктивными нарушениями – с 4% до 15% ($p > 0,05$).

В группе работников, преимущественно контактировавших с аэрозолями металлов и токсических веществ, в 2016–2018 гг. обследованы 40 работников, а в 2019–2021 гг. – 41 работник (рис. 3).

При оценке условий труда на рабочих местах с воздействием аэрозолей металлов и токсических веществ выявлено улучшение условий труда в 2019–2021 гг. по сравнению с 2016–2018 гг. ($\chi^2(3) = 65,7$, $p < 0,001$). Однако в структуре типов вентиляционных нарушений легких выявлено увеличение доли работников с изменениями рестриктивного характера ($\chi^2(3) = 24$, $p < 0,001$).

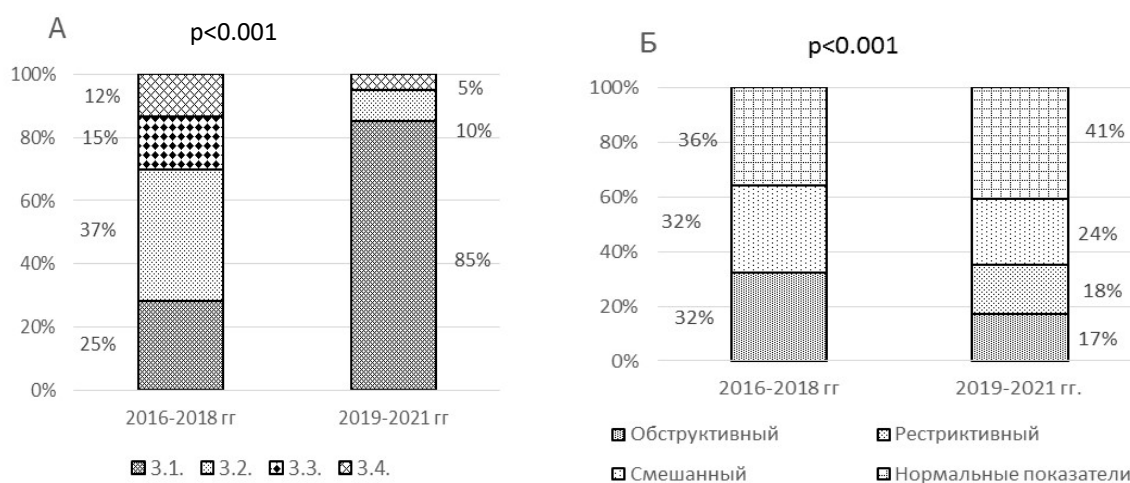


Рис. 3. Условия труда и состояние дыхательной системы у работников, контактирующих с аэрозолями металлов и токсических веществ. А - структура классов условий труда по загрязнению воздуха рабочей зоны; Б - структура типов вентиляционных нарушений

Figure 3. Working conditions and the state of the respiratory system of workers exposed to aerosols of metals and toxic substances. А - the structure of classes of working conditions for air pollution of the working area; В - structure of types of ventilation disorders

Следующим этапом была выполнена сравнительная характеристика первичной профессиональной заболеваемости болезнями органов дыхания у работников из группы риска, прошедших реабилитацию в 2016–2018 гг. и 2019–2021 гг., но вследствие ухудшения состояния здоровья получивших профессиональное заболевание в послереабилитационный период.

В группе рабочих, контактировавших с высокофиброгенной пылью, пришедших на реабилитацию в 2019-2021 гг., заболеваемость профессиональным хроническим пылевым бронхитом составила 5,8% против 1,4% в группе работников 2016-2018 гг. ($p < 0,001$). Уровни заболеваемости хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и пневмокониозом в группах 2016–2018 и 2019–2021 гг. не различались (рис. 4).

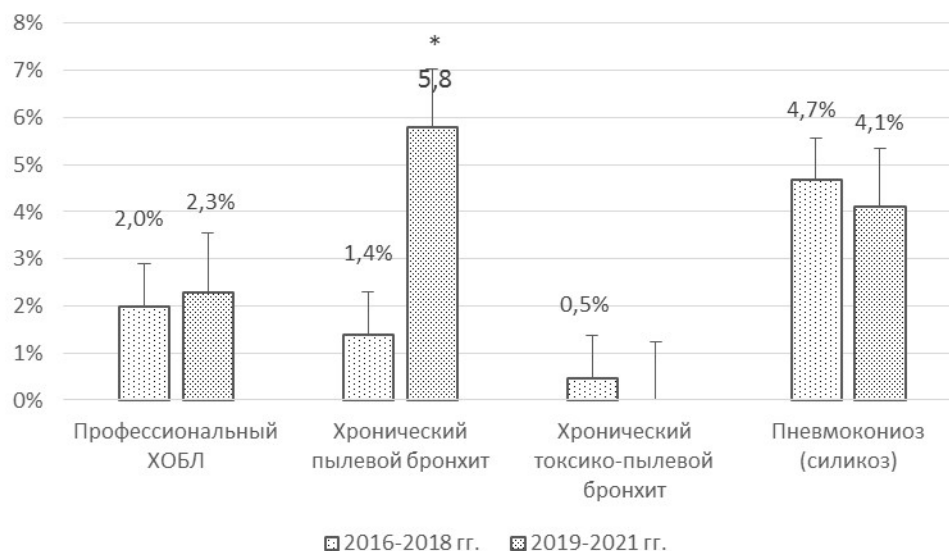


Рис. 4. Первичная заболеваемость профессиональными заболеваниями органов дыхания у работников, контактировавших с высокофиброгенными аэрозолями (число случаев на 100 работников).

* уровень статистической значимости различий $p < 0,001$

Figure 4. Primary incidence of occupational respiratory diseases in workers exposed to highly fibrogenic aerosols (number of cases per 100 workers).

* level of statistical significance of differences $p < 0.001$

В группе работников, подвергавшихся воздействию слабофиброгенных аэрозолей, обращает на себя внимание уровень заболеваемости профессиональной ХОБЛ в 2019–2021 гг., который был выше, чем в 2016–2018 гг., несмотря на улучшение условий труда (рис. 5). Отмечается более высокий уровень заболеваемости пневмокониозами в 2019–2021 гг. у этой группы работников (рис. 5).

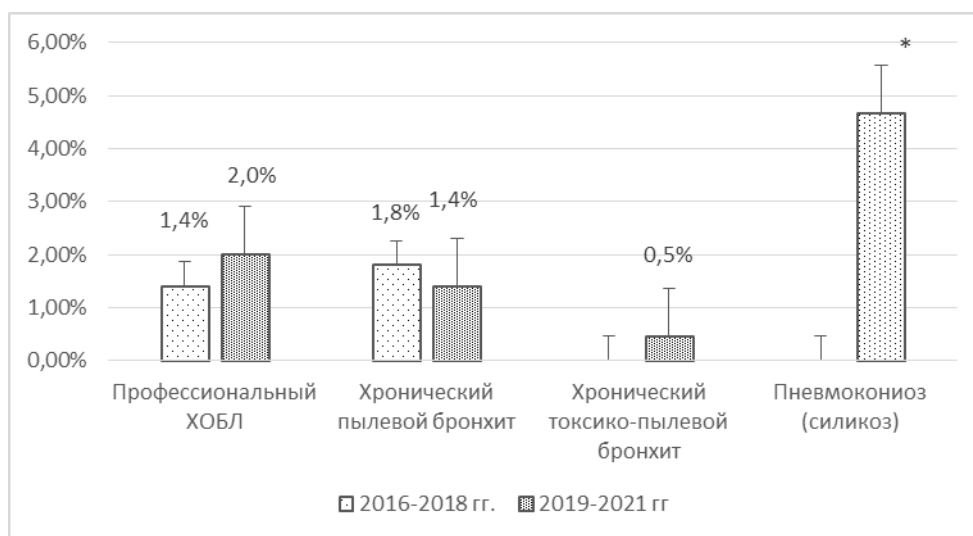


Рис. 5. Первичная заболеваемость профессиональными заболеваниями органов дыхания у работников, контактировавших со слабофиброгенными аэрозолями (число случаев на 100 работников).

* уровень статистической значимости различий $p < 0,001$

Figure 5. Primary incidence of occupational respiratory diseases in workers exposed to weak fibrogenic aerosols (number of cases per 100 workers).

* level of statistical significance of differences $p < 0.001$

У рабочих, контактировавших с аэрозолями металлов и токсических веществ, заболеваемость профессиональной ХОБЛ и хроническими токсико-пылевыми бронхитами была выше в 2019-2021 гг., чем в 2016-2018 гг.

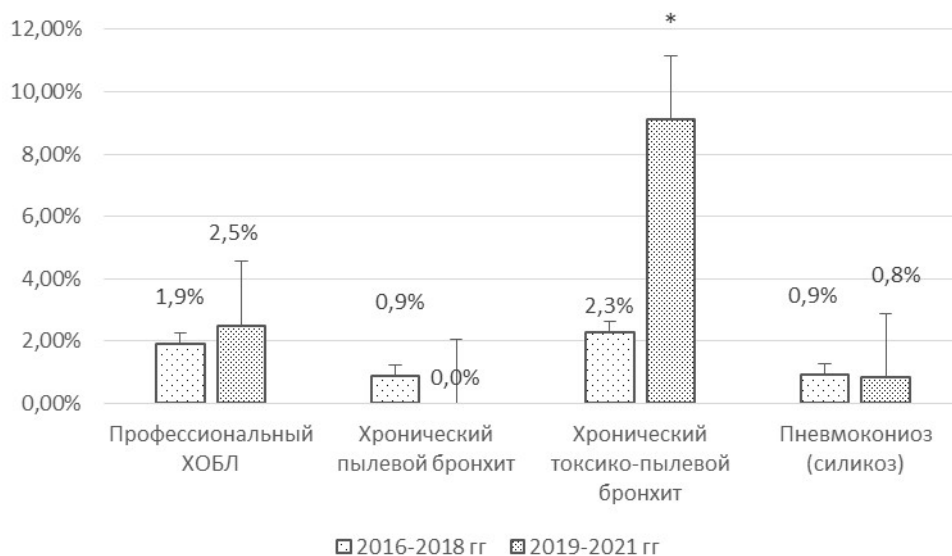


Рис. 6. Первичная заболеваемость профессиональными заболеваниями органов дыхания у работников, контактирующих с аэрозолями металлов и токсических веществ на 100 работников.

* уровень статистической значимости различий, $p < 0,001$

Figure 6. Primary incidence of occupational respiratory diseases among workers exposed to aerosols of metals and toxic substances per 100 workers.

* level of statistical significance of differences, $p < 0.001$

Обсуждение. Исследование показало, что условия труда в группе 2019–2021 гг. улучшились по сравнению с группой 2016–2018 гг. У работников, контактировавших с высокофиброгенной пылью, улучшение класса условий труда соотносится со спирометрическими данными. У работников, контактировавших со слабофиброгенной пылью, при заметном улучшении класса условий труда на рабочем месте отмечается увеличение доли рестриктивных нарушений вентиляционной способности легких и рост заболеваемости пневмокониозами. В группе контактировавших с аэрозолями металлов и токсических веществ при заметном улучшении условий труда произошло увеличение заболеваемости ХОБЛ и хроническими токсико-пылевыми бронхитами.

Есть литературные данные, которые показывают, что снижение функции внешнего дыхания происходит при заметном улучшении условий труда [11, 12,13]. К примеру, Bruske и др. в систематическом метаанализе описывают значительное снижение показателей функции внешнего дыхания при даже небольшой концентрации кварцевой пыли в воздухе рабочей зоны при работе с каменными дробилками в шахтах [14]. В исследовании, проведенном Lenander-Ramirez и др. на литейных производствах в Швеции, показано, что заболеваемость ХОБЛ и силикозом была значительно повышена в группе с уровнем воздействия $<0,05 \text{ мг/м}^3$, что составляет примерно половину шведского ПДК ($0,1 \text{ мг/м}^3$) при небольшой продолжительности воздействия [15].

Изменения технологического процесса могут привести к изменению состава промышленных аэрозолей, что, в свою очередь, может повлиять на структуру профессиональной заболеваемости у работников литейного цеха.

Традиционно оценка воздействия промышленных аэрозолей органов дыхания была сосредоточена на концентрации промышленных аэрозолей в воздухе рабочей зоны, но в последние годы все больше внимания исследователи уделяют размеру и химическому составу частиц. Некоторые исследования показывают, что мелкодисперсные частицы более токсичны, реактивны и влияют на альвеолы и эпителиальные клетки, а также могут вызывать оксидативный стресс [16,17,18,19].

Понимание распределения частиц по размерам, массе, а также их химическому составу, является необходимым параметром в оценке воздействия промышленных аэрозолей на рабочем месте, возможных последствий для здоровья работника и необходимости использования специальных реабилитационных программ для работников, контактирующих с промышленными аэрозолями разной степени дисперсности [20].

Заключение. В период с 2018 года произошло изменение технологических цепей производства и обновление фонда оборудования в литейном производстве, что привело к улучшению условий труда работников литейных производств [7]. Проведенное исследование показало, что в 2019–2021 гг. в группе работников, контактировавших с высокофиброгенными аэрозолями, условия труда улучшились, что соотносится со спирометрическими данными, по которым больший процент работников с нормальной функцией внешнего дыхания в группе 2019–2021 гг. по сравнению с группой 2016-2018 гг. У работников, контактировавших со слабофиброгенными аэрозолями, условия труда также улучшились, но доля имеющих рестриктивные нарушения и число новых случаев пневмокониозов выросли. Увеличение доли работников с изменениями рестриктивного характера отмечалось и в группе литейного цеха, контактировавшей с аэрозолями металлов и

токсических веществ, несмотря на улучшение условий труда; одновременно наблюдался прирост новых случаев профессиональной ХОБЛ и хронического токсико-пылевого бронхита.

Таким образом, в ходе исследования было установлено, что у работников литейного цеха ПАО «КАМАЗ», несмотря на улучшение условий труда на рабочих местах, в группе 2019–2021 гг. произошло изменение структуры типов вентиляционных нарушений и первичной заболеваемости профессиональными заболеваниями органов дыхания в зависимости от состава аэрозоля в воздухе рабочей зоны.

Для сохранения здоровья работников, контактирующих с разными типами аэрозолей и входящих в группу риска по развитию заболеваний органов дыхания, необходимы углубленные исследования, которые будут способствовать расширению научных знаний о патогенетических механизмах респираторных нарушений, связанных с отдельными физико-химическими характеристиками аэрозолей, включая распределение частиц по размерам и химическому составу.

Работникам рекомендуется прохождение специальных реабилитационных программ, в зависимости от состава загрязнителя воздуха на рабочем месте.

Список литературы:

1. James S.L., Abate D., Abate K.H., Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018; 392: 1789-1858
2. Vinnikov D, Rybina T, Strizhakov L, Babanov S and Mukatova I Occupational Burden of Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Commonwealth of Independent States: Systematic Review and Meta-Analysis. *Front. Med.* 7:614827.
3. Карташев Д.И. Современные технологии в литейном производстве. *StudNet*. 2020; №11.
4. Marcias, G.; Fostinelli, J.; Catalani, S.; Uras, M.; Sanna, A.M.; Avataneo, G.; De Palma, G.; Fabbri, D.; Paganelli, M.; Lecca, L.I.; Buonanno, G.; Campagna, M. Composition of Metallic Elements and Size Distribution of Fine and Ultrafine Particles in a Steelmaking Factory. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 1192.
5. Лазаренков А. М., Садоха М. А., Кот Т. П., Новик А. А. Исследование условий труда по пылевому фактору в литейных цехах с различным характером производства Литье и металлургии 2023; 1 :135-137.
6. Толмачева, Л. В. Анализ опасных и вредных факторов современного литейного производства машиностроительных. Достижения современной науки и образования: Материалы I Международной междисциплинарной конференции, Ставрополь, 05 апреля 2017 года. Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью «ЭльДирект», 2017: 86-88.
7. Глазман Б.С. Современные технологии литейного производства. Молодой исследователь Дона. 2016; №2:14-18
8. Рахимзянов А. Р., Файзова Ю.М. Организация реабилитационных мероприятий у работников вредных производств в Республике Татарстан. *Медицина труда и промышленная экология* 2015; № 9 :122-123.

9. Методические рекомендации «Спирометрия» Российское респираторное общество 2021 г.
10. Клинические рекомендации «Хроническая обструктивная болезнь легких» Российское респираторное общество 2021 г.
11. Hochgatterer K, Moshhammer H, Haluza D. Dust is in the air: effects of occupational exposure to mineral dust on lung function in a 9-year study. *Lung*. 2017 Jun; 191(3):257-63.
12. Стрижаков Л. А., Гарипова Р. В., Бабанов С. А. Быстро прогрессирующий силикоз: клинические наблюдения. *Медицина труда и промышленная экология* 2023; 6(3): 206-211.
13. Федотов В. Д., Лавренюк Н. А., Добротина И. С. Клинико-лабораторные особенности фенотипов больных хронической обструктивной болезнью легких профессиональной этиологии *Вестник современной клинической медицины* 2023.16(1): 69-79.
14. Bröske I, Thiering E, Heinrich J, Huster KM, Nowak D. Respirable quartz dust exposure and airway obstruction: a systematic review and meta-analysis. *Occup. Environ Med.* 2014 Aug;71(8):583-9. doi: 10.1136/oemed-2013-101796. Epub 2014 May PMID: 24863263.
15. Lenander-Ramirez A, Bryngelsson IL, Vihlborg P, Westberg H, Andersson L. Respirable Dust and Silica: Respiratory Diseases Among Swedish Iron Foundry Workers. *J Occup Environ Med.* 2022 Jul 1;64(7):593-598.
16. Zhang ZQ, Cai YQ, Lin L, Zhang LH, Zhang CZ. Effect of silica dust on protein oxidative injury in lung tissue of mice *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.* 2017 Sep 20;35(9):709-711.
17. Leatham M, DeWitt J, Buck B, Goossens D, Teng Y, Pollard J, McLaurin B, Gerads R, Keil D. Oxidative stress and lung pathology following geogenic dust exposure. *J Appl Toxicol.* 2017 Oct;36(10):1276-83. doi: 10.1002/jat.3297.
18. Kuo HW, Chang CL, Liang WM, Chung BC. Respiratory abnormalities among male foundry workers in central Taiwan. *Occup Med (Lond).* 1999 Nov;49(8):499-505.
19. Marques Da Silva V, Benjdir M, Montagne P, Pairon JC, Lanone S, Andujar P. Pulmonary Toxicity of Silica Linked to Its Micro- or Nanometric Particle Size and Crystal Structure: A Review. *Nanomaterials (Basel).* 2022 Jul 13;12(14):2392.
20. Бабанов, С. А. Профессиональные заболевания органов дыхания Самара: Общество с ограниченной ответственностью "Офорт", 2018: 166-170.

References:

1. James S.L., Abate D., Abate K.H., Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2018; 392: 1789-1858
2. Vinnikov D, Rybina T, Strizhakov L, Babanov S., Mukatova I Occupational Burden of Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Commonwealth of Independent States: Systematic Review and Meta-Analysis. *Front. Med.* 7:614827.
3. Kartashev D.I. *Sovremennye tehnologii v litejnom proizvodstve.* [Modern technologies in the foundry]. *StudNet.* 2020; №11.(In Russ)

4. Marcias, G.; Fostinelli, J.; Catalani, S.; Uras, M.; Sanna, A.M.; Avata-neo, G.; De Palma, G.; Fabbri, D.; Paganelli, M.; Lecca, L.I.; Buonanno, G.; Cam-pagna, M. Composition of Metallic Elements and Size Distribution of Fine and Ultrafine Particles in a Steelmaking Factory. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 1192.
5. Lazarenkov A. M., Sadoha M. A., Kot T. P., Novik A. A. *Issledovanie uslovij truda po pylevomu faktoru v litejnyh cegah s razlichnym karakterom proizvodstva*. [The study of working conditions in terms of dust factors in foundry shops with different nature of production]. *Lit'e i metallurgii* [Foundry and metallurgy]. 2023; 1 :135-137. (In Russ)
6. Tolmacheva, L. V. *Analiz opasnyh i vrednyh faktorov sovremennogo litejnogo proizvodstva mashinostroitel'nyh. Dostizhenija sovremennoj nauki i obrazovanija*. [Analysis of dangerous and harmful factors of modern foundry engineering. Achievements of modern science and education]. *Materialy I Mezhdunarodnoj mezhdisciplinarnoj konferencii, Stavropol', 05 aprelja 2017 goda*. [Proceedings of International conference "Stavropol'"]. Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju «Jel'Direkt», [Limited Liability Company "ElDirect"]. 2017: 86-88. (In Russ)
7. Glazman B.S. *Sovremennye tehnologii litejnogo proizvodstva*. [Modern technologies of foundry production]. *Molodoj issledovatel' Dona*. [Young researchers of Don]. 2016; №2:14-18(In Russ.)
8. Rakhimzyanov A. R., Fayzova Ju.M. *Organizacija reabilitacionnyh meroprijatij u rabotnikov vrednyh proizvodstv v Respublike Tatarstan*. [Organization of rehabilitation measures for workers in hazardous industries in the Republic of Tatarstan]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. [Occupational health and industrial ecology]. 2015;№ 9 :122-123. (In Russ)
9. Metodicheskie rekomendacii «Spirometrija» Rossijskoe respiratornoe obshhestvo 2021. [Guidelines "Spirometry" Russian Respiratory Society]. (In Russ)
10. Klinicheskie rekomendacii «Hronicheskaja obstruktivnaja bolezni' legkih» Rossijskoe respiratornoe obshhestvo. [Clinical guidelines "Chronic obstructive pulmonary disease" Russian Respiratory Society]. 2021 (In Russ)
11. Hochgatterer K, Moshhammer H, Haluza D. Dust is in the air: effects of occupational exposure to mineral dust on lung function in a 9-year study. *Lung*. 2017 Jun; 191(3):257-63.
12. Strizhakov L. A., Garipova R. V., Babanov S. A. *Bystroprogressirujushij silikoz: klinicheskie nabljudenija*. [Rapidly progressive silicosis: clinical observations]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. [Occupational health and industrial ecology]. 2023; 6(3): 206-211. (In Russ)
13. Fedotov V. D., Lavrenjuk N. A., Dobrotina I. S. *Kliniko-laboratornye osobennosti fenotipov bol'nyh hronicheskoi obstruktivnoj bolezni'ju ljogkih professional'noj jetiologii*. [Clinical and laboratory features of the phenotypes of patients with chronic obstructive pulmonary disease of occupational etiology]. *Vestnik sovremennoj klinicheskoi mediciny*. [Bulletin of modern clinical medicine]. 2023.16 (1): 69-79. (In Russ)
14. Brüske I, Thiering E, Heinrich J, Huster KM, Nowak D. Respirable quartz dust exposure and airway obstruction: a systematic review and meta-analysis. *Occup. Environ Med*. 2014 Aug;71(8):583-9. doi: 10.1136/oemed-2013-101796. Epub 2014 May PMID: 24863263.
15. Lenander-Ramirez A, Bryngelsson IL, Vihlborg P, Westberg H, Andersson L. Respirable Dust and Silica: Respiratory Diseases Among Swedish Iron Foundry Workers. *J Occup Environ Med*. 2022 Jul 1;64(7):593-598.

16. Zhang ZQ, Cai YQ, Lin L, Zhang LH, Zhang CZ. Effect of silica dust on protein oxidative injury in lung tissue of mice Zhonghua Lao Dong Wei ShengZhi Ye Bing Za Zhi. 2017 Sep 20;35(9):709-711.
17. Leetham M, DeWitt J, Buck B, Goossens D, Teng Y, Pollard J, McLaurin B, Gerads R, Keil D. Oxidative stress and lung pathology following geogenic dust exposure. J Appl Toxicol. 2017 Oct;36(10):1276-83. doi: 10.1002/jat.3297.
18. Kuo HW, Chang CL, Liang WM, Chung BC. Respiratory abnormalities among male foundry workers in central Taiwan. OccupMed (Lond). 1999 Nov;49(8):499-505.
19. Marques Da Silva V, Benjdir M, Montagne P, Pairon JC, Lanone S, Andujar P. Pulmonary Toxicity of Silica Linked to Its Micro- or Nanometric Particle Size and Crystal Structure: A Review. Nanomaterials (Basel). 2022 Jul 13;12(14):2392.
20. Babanov, S. A. *Professional'nye zabolevaniya organov dyhanija* [Occupational diseases of the respiratory system]. Samara: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju "Ofort", 2018: 166-170. (In Russ)

Поступила/Received: 03.04.2023

Принята в печать/Accepted: 13.08.2023

УДК 504.4.054

**СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ В РАЙОНЕ БЫВШЕГО
АКТАШСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Щучинов Л.В.¹, Михеев В.Н.¹, Кац В.Е.²

¹ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены», Новосибирск, Россия

²АО «Алтай-Гео», Республика Алтай, Горно-Алтайск, Россия

Введение. В Республике Алтай с 1942 по 2008 годы функционировало Акташское горно-металлургическое предприятие (АГМП), которое до 1990 года специализировалось на добыче металлической ртути из одноименного месторождения, а в 1991-2007 гг. в связи с истощением запасов руды перешло на переработку ртутных отходов, поступающих из сибирских регионов. После банкротства АГМП на территории предприятия остались отходы, концентрации ртути в которых достигают 160-200 мг/кг.

Цель исследования - оценить влияние бывшего АГМП на состояние поверхностных и подземных вод в отношении содержания ртути в близлежащем поселке Акташ и в реках Ярлы-Амры, Чибитка и Чуя, находящихся орографически ниже АГМП.

Материалы и методы. Анализ литературных сведений и мониторинговых данных по лабораторному исследованию поверхностных и подземных вод на ртуть в поселке Акташ, в реках Ярлы-Амры, Чибитка и Чуя, проведенных в 1991–2022 годах.

Результаты. Показано, что в период работы АГМП оно являлось значимым объектом загрязнения ртутью бассейна рек Ярлы-Амры, Чибитки, Чуи. Между тем лабораторные исследования питьевой воды в п. Акташ и поверхностных вод близлежащих рек, проведенные в 2009-2022 году, не выявили в пробах воды превышения предельно допустимой концентрации ртути. Однако факт нахождения большого количества вредных отходов на месте бывшего АГМП ставит вопрос об их утилизации, поэтому в 2022 году эта территория была включена в Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде (ГРОНВОС) с целью ее оздоровления.

Ключевые слова: ртуть, концентрации, подземные воды, поверхностные воды, Акташское горно-металлургическое предприятие, отходы, Республика Алтай.

Для цитирования: Щучинов Л.В., Михеев В.Н., Кац В.Е. Содержание ртути в водных объектах в районе бывшего Акташского горно-металлургического предприятия. Медицина труда и экология человека. 2023:131-142.

Для корреспонденции: Щучинов Леонид Васильевич, к.м.н., ведущий научный сотрудник ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, e-mail: leo2106@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10310>

**MERCURY CONCENTRATIONS IN SURFACE AND GROUNDWATER
IN THE AREA OF THE FORMER AKTASH
MINING AND METALLURGICAL ENTERPRISE**

Shchuchinov L.V.¹, Mikheev V.N.¹, Kats V.E.²

¹FBSI "Novosibirsk Research Institute of Hygiene", Novosibirsk, Russia

²JSC "Altai-Geo", Gorno-Altai, Russia

Introduction. The Aktash Mining and Metallurgical Enterprise (AMME) which functioned in the Altai Republic from 1942 to 2008, specialized in the extraction of metallic mercury from the deposit of the same name until 1990, and between 1991 and 2007, due to the depletion of ore reserves, it switched to the processing of mercury waste arriving from the Siberian regions. After the AMME bankruptcy, wastes with the concentration of mercury reaching 160-200 mg/kg. were left in the enterprise area.

The aim of the study was to assess the mercury contamination of surface and groundwater in the Aktash settlement and in the Yarly-Amry, Chibitka and Chuya rivers, which are located orographically below the AMME.

Material and methods. Analysis of literary sources and monitoring data from laboratory studies of surface and groundwater for mercury in the village of Aktash, on the Yarly-Amry, Chibitka and Chuya rivers, conducted between 1991 and 2022.

Results. The results of the studies showed that during the period of the Aktash Mining and Metallurgical Enterprise functioning, it was a significant object of mercury pollution in the basin of the Yarly-Amry, Chibitka, Chuya rivers. Meanwhile, laboratory studies of drinking water in the village of Aktash and surface waters of nearby rivers, conducted between 2009 and 2022, did not reveal an excess of the maximum permissible concentration of mercury in water samples. However, the fact that a large amount of hazardous waste is located in the area of the former AMME raises the question of their disposal, therefore, in 2022, this area was included in the State Register of Accumulated Environmental Damage Objects.

Keywords: mercury, concentrations, groundwater, surface water, Aktash Mining and Metallurgical Enterprise, waste, the Altai Republic

For citation: Shchuchinov L.V., Mikheev V.N., Kats V.E. Mercury concentrations in surface and groundwater in the area of the former Aktash mining and metallurgical enterprise. *Occupational Health and Human Ecology*. 2023:131-142.

For correspondence: Leonid V. Shchuchinov, Cand. of Medicine, leading researcher at the Novosibirsk Research Institute of Hygiene, e-mail: leo2106@mail.ru

Financing: the study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10310>

Введение. В Республике Алтай находятся многочисленные месторождения ртути, одно из наиболее крупных – Акташское месторождение, расположенное в Улаганском районе. Оно было открыто в 1935 году в горной местности (на склоне Курайского хребта, на высоте 2100 м над уровнем моря), в 8 км восточнее от села Акташ. Из-за сурового климата весь Улаганский район, включая Акташ, приравнен к районам Крайнего Севера. Решение о разработке этого ртутного месторождения было принято в начале Великой Отечественной войны – 18 декабря 1941 г., так как оборонная промышленность Советского Союза остро нуждалась в этом металле. Уже в декабре 1941 г. в селе Акташ была создана старательская артель, начались подземные горные работы, строительство производственных помещений и бараков для жилья. В феврале 1942 г. в Акташском ртутном руднике была получена первая ртуть для фронта, а всего в этом году было добыто 16,6 тонн металлической руды [1]. Работа на руднике тогда была очень тяжелой: руда в дробильное отделение доставлялась на тачках,

а дробили, орудуя тяжелыми молотками. Возгонку ртути вели в примитивных ретортных печах, конденсатором служила бочка с водой, в которую вводилась трубка из реторты [2].

С 1942 по 1990 гг. на руднике перерабатывались запасы месторождения, из руд которого на металлургическом заводе извлекалась металлическая ртуть. После войны производство активно развивалось и модернизировалось, увеличивался объем выпускаемой продукции. Одновременно рос и благоустраивался ближайший населенный пункт - Акташ, став поселком городского типа [3].

К началу 1990 года запасы месторождения истощились и предприятие начало извлекать ртуть из ртутьсодержащих отходов, которые доставлялись с химических заводов Сибирского региона (Славгород, Новосибирск, Усолье-Сибирское и т.п.). Правопреемником Акташского рудника (Акташского рудоуправления) стало ОАО «Акташское горно-металлургическое предприятие» (АГМП), где за 1990-2004 гг. было переработано более 5 тыс. тонн ртутьсодержащих отходов (PCO) и при этом получено 100 тонн товарной ртути марки Р-2. Применялась технология обжига шихты ртутьсодержащих отходов, смешанных с огарками, в печи при температуре 750–800°C. Получаемые ртутьсодержащие технологические газы очищались от пыли и конденсировались [4]. Однако в эти годы оборудование на предприятии было уже морально устаревшим и изношенным. Требовалась модернизация технологического цикла и замена оборудования, которые из-за финансовых трудностей проведены не были. В 2004 году предприятие было объявлено банкротом. Процедура банкротства продолжалась до 2008 года. В 2005-2007 гг. перерабатывалось по 200-300 т PCO в год, при этом товарная продукция не производилась и не реализовывалась. Более того, в 1997-2002 гг. часть завезенных на утилизацию отходов (ориентировочно 900 т PCO, содержащих 17 т ртути) была захоронена в пределах промышленной зоны предприятия и на прилегающей к ней территории. В 2008 году предприятие было ликвидировано окончательно, оборудование демонтировано и вывезено [5]. В промышленной зоне рудника осталось 1,8 млн тонн рудных огарков и около 5 млн тонн штольневых отвальных пород и руд. При этом в огарках отвалов средние концентрации ртути достигали 161 мг/кг, а в ртутьсодержащих отходах - 200 мг/кг [4, 5].

В настоящее время территория бывшего АГМП ограничена промышленной зоной площадью 25 га, где на 9 га находятся терриконы огарков (3,7 га), отвалы штольни (1,6 га), дороги и здания (3,7 га). Хозяйственная деятельность (в том числе выпас скота) на территории промышленной зоны не проводится. Однако АГМП находится в непосредственной близости от реки Ярлы-Амры (притока реки Чибитка, которая, в свою очередь, впадает в реку Чуя), поэтому теоретически ртутные отходы могут влиять на состояние поверхностных и подземных вод и здоровья населения поселка Акташ, где проживает 2497 человек (21,5% населения Улаганского района).

Цель исследования - оценить влияние бывшего АГМП на состояние поверхностных и подземных вод в близлежащем поселке Акташ, на территории АГМП, в реках Ярлы-Амры, Чибитка и Чуя, находящихся орографически ниже АГМП, проанализировав их загрязненность ртутью.

Материалы и методы. Объектами исследования были поверхностные воды Улаганского района Республики Алтай: реки Ярлы-Амры, протекающей мимо АГМП, реки Чибитка, куда впадает Ярлы-Амры, а также реки Чуя, в которую впадает река Чибитка. Пробы забирали в верховьях р. Ярлы-Амры (выше АГМП), на уровне АГМП или на 0,5-5 км

ниже АГМП, из р. Чибитка - в 10 км ниже АГМП, из р. Чуя - в 70 км ниже территории АГМП.

Кроме этого, исследовали подземную воду поселка Акташ из скважин с разводящей сетью.

Мониторинговые исследования в 2009-2022 годах проводили в Испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай». Определение ртути в воде в 2009-2021 гг. осуществляли атомно-абсорбционным методом с использованием спектрофотометра атомно-абсорбционного «АА-7000F» с приставкой для определения ртути в холодных парах согласно М-03-505-119-08 «Методика количественного химического анализа. Определение металлов в питьевой, минеральной, природной, сточной воде и в атмосферных осадках атомно-абсорбционным методом». В 2022 году ртуть в воде определяли на анализаторе вольтамперометрическом «ГА-Lab» согласно МУ 08-47/162 «Воды природные, питьевые и очищенные сточные. Вольтамперометрический метод измерения массовой концентрации ртути». Всего за период 2009-2022 гг. было исследовано 138 проб воды: 32 пробы из р. Ярлы-Амры, 30 проб из р. Чибитка, 96 проб подземных вод из водопродовных скважин п. Акташ.

Более ранние исследования (1991-2008 гг.) поверхностных и подземных вод на загрязнение ртутью, связанное с АГМП, анализировали по литературным источникам и отчетам АО «Алтай-Гео» (ТЦ «Алтайгеомониторинг»).

Результаты и обсуждение. Ввиду токсичности производства ртути вопрос загрязнения подземных и поверхностных вод АГМП изучался разными исследователями в течение 30 лет (1991-2022 годы). С 2000 года в Республике Алтай начал проводиться государственный мониторинг состояния подземных вод (ГМПВ) АО «Алтай-Гео». По материалам эколого-геохимических исследований за 1991-2008 годы было установлено, что Акташское горно-металлургическое предприятие является значимым объектом загрязнения ртутью бассейна рек Ярлы-Амры, Чибитки и Чуи [4-9]. В частности, лабораторные исследования показали, что в верховьях р. Ярлы-Амры (выше АГМП) средняя концентрация ртути составляла 0,14 мкг/л, в районе АГМП - 0,20 мкг/л, ниже АГМП на 5 км - уже 0,42 мкг/л, а уменьшение концентрации ртути в воде до фоновых значений происходило в 10 км от АГМП ниже по течению [6]. В целом содержание ртути в воде рек Ярлы-Амры, Чибитки, Чуи варьировалось от тысячных долей мкг/л до 0,32 мкг/л, за исключением отдельных проб в 1991 [7] и 1995 года [8], когда в реку Ярлы-Амры сбрасывались технологические воды металлургии, содержащие ртуть до 13,9 мг/л [6]. Повышенное содержание ртути в воде р. Ярлы-Амры выявлено также осенью 2003 года (после крупного Алтайского землетрясения) и на фоне продолжающихся афтершоков 2004-2005 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Содержание ртути в поверхностных водах в районе
Акташского горно-металлургического предприятия

Table 1

Mercury concentrations in surface waters in the area of
Aktash Mining and Metallurgical Enterprise

Литературные источники, отчеты	Содержание ртути в поверхностных водах, мкг/л		
	р. Ярлы-Амры, 0,5-5 км ниже АГМП	р. Чибитка, 10 км ниже АГМП	р. Чуя, 70 км ниже АГМП
Лапаев Г.П., 1991 г. [7]	0,19-0,69	-	-
Папина Т.С. и др., 1995 [8]	0,11 - 1,4	0,017-0,34	0,01-0,21
ТЦ «Алтайгеомониторинг», отчеты за 2001-2004 гг.	0,088-2,69	0,084	-
ТЦ «Алтайгеомониторинг», отчет за 2005 г.	0,039-0,154	0,026-0,074	0,021-0,035
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай», отчеты за 2009-2021 гг.	<0,1	<0,1	-
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай», отчеты за 2022 г.	<0, 04	< 0,04	-

Кроме того, в 2007 году в исследовании Архипова И.А. и Пузанова А.В. отмечалось превышение ПДК ртути в воде в точках отбора, находящихся в местах расположения терриконов и отвалов АГМП, а также в штольневых водах предприятия [9].

Мониторинговые исследования поверхностных вод, проведенные в 2009-2022 годах, то есть после закрытия АГМП, показали, что концентрация ртути в реках Ярлы-Амры (32 пробы) и Чибитка (30 проб) была во всех пробах менее 0,1 мкг/л, то есть меньше ПДК для водных объектов культурно-бытового водопользования - 0,5 мкг/л (СанПиН 1.2.3685-21), что связано с полным прекращением работ на предприятии.

В качестве доказательства экологического неблагополучия территории АГМП по ртути приводят анализ донных отложений (ДО) р. Ярлы-Амры (в черте промзоны и ниже по течению), где в 2005 году было выявлено высокое содержание ртути – от 47 до 368 мг/кг [10]. Данный факт объяснялся осаждением в ДО ртути из размываемых рекой огарков. Указывалось, что ДО рек Ярлы-Амры и Чибитка, содержащие ртуть и другие элементы, попадающие из отходов АГМП (As, Zn, Pb, Sb и Cd), могут оказывать токсическое влияние на биоту [11], в основном на фито- и зообентосные организмы. В рыбах же, которые тоже

входят в трофическую цепь, ртуть содержится в небольших концентрациях - ниже ПДК [12]. Однако нужно заметить, что исследование на ртуть ДО проводилось впоследствии не только в районе АГМП, но и по всей территории Республики Алтай, где были получены схожие уровни этого токсиканта в реках Катунь, Кокса, Лебедь, Иша [13], что объясняется природной геологической ситуацией, а не техногенным загрязнением. Нельзя не учитывать тот факт, что реки Ярлы-Амры и Чибитка находятся в Курайской ртутной зоне.

Важное значение для здоровья населения имеет качество питьевой воды. Жители п. Акташ употребляют артезианскую воду. В поселке в разные годы функционировали от 5 до 8 водозаборных скважин, имеется централизованная водопроводная сеть. В таблице 2 приведены данные по лабораторному исследованию на ртуть питьевой воды п. Акташ.

Таблица 2

Концентрации ртути в подземных водах поселка Акташ

Table 2

Mercury concentrations in groundwater of Aktash village

Лаборатория	Годы	Число исследованных проб	Концентрации ртути в подземных водах п. Акташ (в мкг/л)
СО РАН, Новосибирск	2000-2013 гг.	19	<0,02-0,22
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Республике Алтай», Горно-Алтайск	2015-2022 гг.	96	<0,04-0,1

Как видно из приведенной таблицы, концентрация ртути в питьевой воде поселка Акташ во всех случаях была ниже ПДК, согласно СанПиН 1.2.3685-21 (0,5 мкг/л).

В поверхностных водах Сибири фон по ртути составляет 0,02 мкг/л, а в Республике Алтай – 0,01 мкг/л, в подземных водах Сибири фон по ртути - 0,02 мкг/л, в то время как в Республике Алтай он в 2 раза выше - 0,04 мкг/л [13]. Несколько повышенное содержание ртути в подземных водах вполне объяснимо ртутной специализацией Горного Алтая, хотя ее значение не превышает ПДК, принятой в Российской Федерации. Следует заметить, что ПДК ртути в воде за рубежом установлена значительно выше российского уровня – 6 мкг/л [14].

В целом можно констатировать, что влияние АГМП на поверхностные воды Улаганского района носит слабоинтенсивный характер, а на подземные воды поселка Акташ такого влияния не выявлено совсем.

Доказательством относительно благополучной экологической ситуации в отношении ртути в п. Акташ служит большая работа, проведенная среди жителей по исследованию содержания этого элемента в волосах населения [15]. Волосы аккумулируют ртуть сильнее биологических жидкостей (в них содержание ртути в 300 раз выше, чем в моче, и в 250 раз выше, чем в крови), поэтому волосы могут служить биомаркерами как острой, так и хронической интоксикации ртутью [16, 17]. Для Российской Федерации фоновое содержание ртути в волосах составляет 0,5–1,0 мкг/г. Считается, что при содержании до 0,58 мкг/г отсутствует риск для здоровья человека [18]. В число обследованных вошли 84 человека: дети дошкольного возраста (3-6 лет) – 4 человека; дети школьного возраста (10-15 лет) – 39

человек; взрослые 18-55 лет – 21 человек; взрослые старше 55 лет – 20 человек. Среднее содержание ртути в волосах жителей поселка Акташ составило 0,23 мкг/г, что значительно ниже допустимой концентрации. Однако среди обследованных взрослых старше 55 лет присутствовали 6 работников бывшего АГМП, у этих людей содержание ртути варьировало от 0,04 до 2,07 мкг/г (при этом у 2 человек превышало безопасный уровень ртути). Это совпадает с наблюдениями других авторов, считающих, что вредные условия труда влияют на здоровье людей больше, чем проживание в районах с повышенным геохимическим фоном ртути [19].

Республика Алтай специализируется на въездном спортивном и оздоровительном туризме, справедливо позиционируя себя как экологически чистый регион. Ежегодно республику посещает более 2 миллионов туристов. При этом один из популярных маршрутов в Улаганском районе проходит через территорию бывшего АГМП, где находится большое количество вредных отходов (около 7 миллионов тонн). В них, кроме ртути, содержатся и другие элементы I–II класса опасности для окружающей природной среды: мышьяк, сурьма, свинец, никель, медь, цинк [5]. В исследованиях, проведенных в последние годы, доказано, что отходы АГМП по-прежнему являются активными источниками загрязнения атмосферного воздуха, снега, почвы, растительности в месте хранения и на прилегающей территории [20-21], в то время как доступ к хвостохранилищу открыт, чем нередко пользуются любопытные путешественники, подвергая свое здоровье риску.

Принимая во внимание, что ртуть считается одним из десяти основных химических веществ, представляющих опасность для здоровья населения планеты [22, 23], Организация Объединенных Наций (ООН) в 2013 году представила Минаматскую конвенцию о ртути, целью которой является защита окружающей среды от антропогенных выбросов. Конвенция учитывает жизненный цикл ртути и обращение с отходами [23]. Россия присоединилась к этому межгосударственному договору в 2014 году.

Еще раньше в нашей стране Федеральным законом от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» было установлено требование о том, что при выводе из эксплуатации вредных производств должны быть разработаны и реализованы мероприятия по охране окружающей среды, в том числе мероприятия по рекультивации или консервации земель [23]. Этого при ликвидации АГМП проведено не было. Однако в 2022 году территория бывшего АГМП была включена в Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде (ГРОНВОС) в целях утилизации вредных отходов.

Выводы:

1. 30-летний мониторинг подземных водоисточников не выявил превышения ПДК ртути в воде, употребляемой жителями п. Акташ.
2. Содержание ртути в воде рек Ярлы-Амры и Чибитка, ближайших от площадки Акташского горно-металлургического предприятия, не превышает предельно допустимой концентрации.
3. Учитывая развитие туристической отрасли в Республике Алтай и потенциальную опасность территории бывшего Акташского горно-металлургического предприятия, следует и дальше продолжать систематический мониторинг ртути в объектах окружающей среды (включая подземные и поверхностные воды п. Акташ), в том числе в рамках работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде.

Список литературы:

1. *Майер В.П.* Акташский ртутный рудник. История становления в годы Великой Отечественной войны. В кн.: Горный Алтай в годы Великой Отечественной войны. Материалы республиканской научно-практической конференции. Горно-Алтайск; 2010: 72-75.
2. *Полтева Т.И.* Строительство Акташского рудника в годы Великой Отечественной войны по фонду Национального музея Республики Алтай имени А. В. Анохина. В кн.: Краеведческие записки. Барнаул; 2005: 129-135.
3. *Полтева Т.И.* Акташский рудник. Республика Алтай. В кн.: Краткая энциклопедия. Новосибирск: Арта; 2010: 82.
4. Научно-технический отчет по госконтракту № 8-КТ-ВО от 08.05.2009 г. по оценке экологического состояния объектов окружающей среды в районе Акташского ГМП и поселка Акташ. Ю.В. Робертус, Р.В. Любимов, И.А. Архипов, Г.А. Шевченко, В.П. Иванова. Горно-Алтайск: ГНУ РА «АРИ "Экология"», 2009. 71 с.
5. *Робертус Ю.В., Пузанов А.В., Любимов Р.В.* Особенности ртутного загрязнения окружающей среды в районе Акташского горно-металлургического предприятия (Республика Алтай). География и природные ресурсы. 2015; 3: 48-55.
6. *Робертус Ю.В., Пузанов А.В., Любимов Р.В., Архипов И.А.* Экогеохимия ртути в природных средах и техногенных объектах района Акташского ГМП (Республика Алтай). Мир науки, культуры, образования. 2010; 2: 280-282.
7. *Ланаев Г.П.* Оценка водного состава тяжелых металлов в районе Катунского гидроузла с помощью бриогеохимического метода. Отчет по теме № 82173 за 1990-91 гг. Улан-Удэ: БГИ, 1991.
8. *Папина Т.С., Артемьева С.С., Темерев С.В.* Особенности миграции ртути в бассейне Катунь. Водные ресурсы. 1995; 1: 60-66.
9. *Архипов И.А., Пузанов А.В.* Акташское ртутное месторождение (юго-восточный Алтай) как потенциальный источник поступления ртути в объекты окружающей природной среды. Мир науки, культуры, образования. 2007; 4 (7): 23-26.
10. *Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Любимов Р.В., Ляпина Е.Е., Осипова Н.А.* Формы нахождения и переноса ртути в компонентах экосистем Горного Алтая. Химия в интересах устойчивого развития. 2018; 2: 185-192. DOI: <https://doi.org/10.15372/KhUR20180209>
11. *Мягкая И.Н., Сарыг-оол Б.Ю., Густайтис М.А., Кириченко И.С., Лазарева Е.В.* Экогеохимическая оценка рек Ярлы-Амры и Чибитка, расположенных в ореоле действия Акташского ртутного месторождения и его отвалов. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022; 4: 7-26. DOI: <https://doi.org/10.18799/24131830/2022/4/3273>
12. *Папина Т.С., Третьякова Е.И., Эйрих А.Н.* Факторы, влияющие на распределение тяжелых металлов по абиотическим компонентам водных экосистем Средней и Нижней Оби. Химия в интересах устойчивого развития. 1999; 5: 553-564.
13. *Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Пузанов А.В., Кац В.Е.* Ртуть в компонентах природной среды Республики Алтай. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021; 3: 158-167. DOI: <https://doi.org/10.18799/24131830/2021/03/3111>

14. WHO. Guidelines for drinking water quality. 4th ed. with 1st addendum. - Geneva, 2017. - 631 p.
15. Густайтис М.А., Мягкая И.Н. Особенности распределения ртути в волосах жителей поселка Акташ (Республика Алтай). Почвы и окружающая среда. 2022; 1: 1-14. DOI: <https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.165>
16. Phan K., Sthiannopkao S., Kimet K.W. et al. Health risk assessment of inorganic arsenic intake of Cambodia residents through groundwater drinking pathway. Water research. 2010; 19: 5777-88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.021>
17. Aldroobi K.S.A., Shukri A., Bauk S., Munem E.M.A., Abuarra A.M. Determination of arsenic and mercury level in scalp hair from a selected population in Penang, Malaysia using XRF technique. Radiation Physics and Chemistry. 2013; 91: 9-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.06.004>
18. Bellanger M., Pichery C., Aerts D., Berglund M., Castano A., Cejchanova M. et al. et al. Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention. Environment Health. 2013; 12: 3-10. DOI: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-3>
19. Queipo-Abad S., González P.R., Martínez-Morillo E., Davis W.C., Alonso J.I.G. Concentration of mercury species in hair, blood and urine of individuals occupationally exposed to gaseous elemental mercury in Asturias (Spain) and its comparison with individuals from a control group formed by close relatives. Science of The Total Environment. 2019; Vol. 672: 314-323. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.367>
20. Мягкая И.Н., Сарыг-оол Б.Ю., Густайтис М.А., Малов В.И., Кириченко И.С., Сурков О.Н., Лазарева Е.В. Особенности форм переноса Hg в реках Ярлы-Амры и Чибитка в зоне влияния Акташского горнометаллургического предприятия (Горный Алтай). Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами. 2020; 250-253. DOI: <https://doi.org/10.31554/978-5-7925-0584-1-2020-250-253>
21. Юсупов Д.В., Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Любимов Р.В., Ляпина Е.Е., Турсуналиева Е.М. Распределение ртути в компонентах окружающей среды горнорудных районов Республики Алтай. Оптика атмосферы и океана. 2018; 31 (1): 73-78. DOI: <https://doi.org/10.15372/A0020180112>
22. Rodrigues P.A., Ferrari R.G., Dos Santos L.N., Junior C.A.C. Mercury in aquatic fauna contamination: a systematic review on its dynamics and potential health risks. Journal of Environmental Sciences. 2019; 84: 205-218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2019.02.018>
23. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 2. Анализ ситуации. Астраханский вестник экологического образования. 2021; 2 (62):114-137. DOI: <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-114-137>

References:

1. Mayer V.P. *Aktashskij rtutnyj rudnik. Istoriya stanovleniya v gody Velikoj Otechestvennoj vojny.* [Aktash mercury mine. The history of formation during the Great Patriotic War]. V kn.: Gornyj Altaj v gody Velikoj Otechestvennoj vojny. Materialy respublikanskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Gorno-Altajsk. [In: Gorny Altai during the Great Patriotic War. Proceedings of the republican scientific-practical conference]. Gorno-Altajsk; 2010: 72-75. (In Russ)

2. Polteva T.I. *Stroitel'stvo Aktashskogo rudnika v gody Velikoj Otechestvennoj vojny po fondu Nacional'nogo muzeya Respubliki Altaj imeni A.V. Anohina*. [Construction of the Aktashsky mine during the Great Patriotic War on the fund of the National Anohin Museum of the Republic of Altai]. *V kn.: Kraevedcheskie zapiski*. [In the book: Notes of local lore]. Barnaul; 2005: 129-135. (In Russ)
3. Polteva T.I. *Aktashskij rudnik. Respublika Altaj*. [Aktash mine. Altai Republic]. *V kn.: Kratkaya enciklopediya*. [In: Brief Encyclopedia]. Novosibirsk: Arta; 2010: 82. (In Russ)
4. *Nauchno-tekhnicheskij otchet po goskontraktu № 8-KT-VO ot 08.05.2009 g. po ocenke ekologicheskogo sostoyaniya ob"ektov okruzhayushchej sredy v rajone Aktashskogo GMP i poselka Aktash*. [Scientific and technical report on the state contract No. 8-KT-VO dated 08.05.2009 on the assessment of the ecological state of environmental objects in the area of the Aktash GMP and the Aktash settlement]. Yu.V. Robertus, R.V. Lyubimov, I.A. Arkhipov, G.A. Shevchenko, V.P. Ivanova. Gorno-Altaysk: GNU RA "ARI "Ecology". 2009: 71 p. (In Russ)
5. Robertus Yu.V., Puzanov A.V., Lyubimov R.V. *Osobennosti rtutnogo zagryazneniya okruzhayushchej sredy v rajone Aktashskogo gorno-metallurgicheskogo predpriyatiya (Respublika Altaj)*. [Features of mercury pollution of the environment in the area of the Aktash mining and metallurgical enterprise (the Altai Republic)]. *Geografiya i prirodnye resursy*. [Geography and natural resources]. 2015; 3: 48-55. (In Russ)
6. Robertus Yu.V., Puzanov A.V., Lyubimov R.V., Arkhipov I.A. *Ekogeohimiya rtuti v prirodnyh sredah i tekhnogennyh ob"ektah rajona Aktashskogo GMP (Respublika Altaj)*. [Ecogeochemistry of mercury in natural environments and man-made objects of the Aktash GMP region (Altai Republic)]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. [The world of science, culture, education]. 2010; 2: 280-282. (In Russ)
7. Lapaev G.P. *Ocenka vodnogo sostava tyazhelyh metallov v rajone Katunskogo gidrouzla s pomoshch'yu briogeohimicheskogo metoda*. [Estimation of the water composition of heavy metals in the area of the Katun hydroelectric complex using the bryogeochemical method]. *Otchet po teme № 82173 za 1990-91 gg.* [Report on the topic №82173 for 1990-91]. Ulan-Ude: BGI, 1991. (In Russ)
8. Papina T.S., Artem'eva S.S., Temerev S.V. *Osobennosti migracii rtuti v bassejne Katuni*. [Features of mercury migration in the Katun basin]. *Vodnye resursy*. [Water resources]. 1995; 1: 60-66. (In Russ)
9. Arkhipov I.A., Puzanov A.V. *Aktashskoe rtutnoe mestorozhdenie (yugo-vostochnyj Altaj) kak potencial'nyj istochnik postupleniya rtuti v ob"ekty okruzhayushchej prirodnoj sredy*. [Aktashskoe mercury deposit (southeastern Altai) as a potential source of mercury ingress into environmental objects]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. [World of science, culture, education]*. 2007; 4 (7): 23-26. (In Russ)
10. Robertus Yu.V., Rikhvanov L.P., Yusupov D.V., Lyubimov R.V., Lyapina E.E., Osipova N.A. *Formy nahozhdeniya i perenosa rtuti v komponentah ekosistem Gornogo Altaya*. [Forms of occurrence and transfer of mercury in the components of the ecosystems of Gorny Altai]. *Himiya v interesah ustojchivogo razvitiya*. [Chemistry for sustainable development]. 2018; 2: 185-192. DOI: <https://doi.org/10.15372/KhUR20180209> (In Russ)
11. Myagkaya I.N., Saryg-ool B.Yu., Gustaytis M.A., Kirichenko I.S., Lazareva E.V. *Ekogeohimicheskaya ocenka rek Yarly-Amry i Chibitka, raspolozhennyh v oreole dejstviya Aktashskogo rtutnogo mestorozhdeniya i ego otvalov*. [Ecogeochemical assessment of the Yarly-

- Amry and Chibitka rivers, located in the halo of the Aktash mercury deposit and its dumps]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources]. 2022; 4:7–26. DOI: <https://doi.org/10.18799/24131830/2022/4/3273> (In Russ)
12. Papina T.S., Tret'yakova E.I., Ejrikh A.N. *Factory, vliyayushchie na raspredelenie tyazhelyh metallov po abioticheskim komponentam vodnyh ekosistem Srednej i Nizhnej Obi*. [Factors influencing the distribution of heavy metals among abiotic components of aquatic ecosystems in the Middle and Lower Ob]. *Himiya v interesah ustojchivogo razvitiya*. [Chemistry for sustainable development]. 1999; 5: 553-564. (In Russ)
 13. Robertus Yu.V., Rihvanov L.P., Puzanov A.V., Kats V.E. *Rtut' v komponentah prirodnoj sredy Respubliki Altaj*. [Mercury in the components of the natural environment of the Republic of Altai]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources]. 2021; 3: 158-167. DOI: <https://doi.org/10.18799/24131830/2021/3/3111> (In Russ)
 14. WHO. Guidelines for drinking water quality. 4th ed. with 1st addendum. - Geneva, 2017. - 631 p.
 15. Gustaytis M.A., Myagkaya I.N. *Osobennosti raspredeleniya rtuti v volosah zhitelej poselka Aktash (Respublika Altaj)*. [Features of the distribution of mercury in the hair of residents of the village of Aktash (Altai Republic)]. *Pochvy i okruzhayushchaya sreda*. [Soils and the environment]. 2022; 1: 1-14. DOI: <https://doi.org/10.31251/pos.v5i1.165> (in Russ.)
 16. Phan K., Sthiannopkao S., Kimet K.W. et al. Health risk assessment of inorganic arsenic intake of Cambodia residents through groundwater drinking pathway. *Water research*. 2010; 19: 5777-5788. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.021>
 17. Aldroobi K.S.A., Shukri A., Bauk S., Munem E.M.A., Abuarra A.M. Determination of arsenic and mercury level in scalp hair from a selected population in Penang, Malaysia using XRF technique // *Radiation Physics and Chemistry*. 2013; Vol. 91: 9-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.06.004>
 18. Bellanger M., Pichery C., Aerts D. et al. Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention. *Environment Health*. 2013; Vol. 12: 3-10. DOI: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-3>
 19. Queipo-Abad S., González P.R., Martínez-Morillo E., Davis W.C., Alonso J.I.G. Concentration of mercury species in hair, blood and urine of individuals occupationally exposed to gaseous elemental mercury in Asturias (Spain) and its comparison with individuals from a control group formed by close relatives. *Science of The Total Environment*. 2019; Vol. 672: 314-323. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.367>
 20. Myagkaya I.N., Saryg-ool B.Yu., Gustaytis M.A., Malov V.I., Kirichenko I.S., Surkov O.N., Lazareva E.V. *Osobennosti form perenosa Hg v rekah Yarly-Amry i Chibitka v zone vliyaniya Aktashskogo gornometallurgicheskogo predpriyatiya (Gornyy Altaj)*. [Features of Hg transport forms in the Yarly-Amry and Chibitka rivers in the zone of influence of the Aktash mining and metallurgical enterprise (Gorny Altai)]. *Geologicheskaya evolyuciya vzaimodejstviya vody s gornymi porodami*. [Geological evolution of the interaction of water with rocks]. 2020: 250-253. DOI: <https://doi.org/10.31554/978-5-7925-0584-1-2020-250-253> (In Russ)
 21. Yusupov D.V., Robertus Yu.V., Rihvanov L.P., Lyubimov R.V., Lyapina E.E., Tursunaliyeva E.M. *Raspredelenie rtuti v komponentah okruzhayushchej sredy gornorudnyh rajonov Respubliki*

- Altaj*. [Distribution of mercury in the environmental components of the mining regions of the Altai Republic]. *Optika atmosfery i okeana*. [Optics of the atmosphere and the ocean]. 2018; 31(1): 73-78. DOI: <https://doi.org/10.15372/A0020180112> (In Russ)
22. Rodrigues P.A., Ferrari R.G., Dos Santos L.N., Junior C.A.C. Mercury in aquatic fauna contamination: a systematic review on its dynamics and potential health risks. *Journal of Environmental Sciences*. 2019; 84: 205-218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2019.02.018>
23. Alykova O.I., Chuikova L.Yu., Chuikov Yu.S. *Nakoplenyj ekologicheskij vred: problemy i posledstviya*. [Accumulated environmental harm: problems and consequences]. *Soobshchenie 2. Analiz situacii. Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. [Message 2. Analysis of the situation. Astrakhan Bulletin of Ecological Education]. 2021; 2(62): 114-137. DOI: <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-114-137> (In Russ)

Поступила/Received: 24.04.2023

Принята в печать/Accepted: 30.05.2023

УДК 159.955:159.98:616-072.85-057.875

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ**

Фатхутдинова Л.М., Краснощекова В.Н., Мухутдинова А.Р.

ФБГОУ ВО «Казанский ГМУ Минздрава России», Казань, Россия

***Аннотация.** Адаптация студентов к условиям обучения в высшем учебном заведении является одной из важнейших проблем, так как требует от организма значительной активации биологических и психофизиологических резервов центральной нервной системы (ЦНС).*

Для исследования была отобрана группа студенток 3 курса в возрасте 19-20 лет (10 человек), повторно такое же исследование они прошли спустя 3 года, будучи студентками 6 курса (возраст 23-24 года). Исследования проводились до и после 6-часового учебного занятия. Основному исследованию предшествовал тренировочный день. Изучение умственной работоспособности с применением модифицированного теста Э. Ландольта позволило оценить следующие показатели работоспособности: скорость переработки информации (S), продуктивность (Pt), коэффициент выносливости (Kp), коэффициент точности (Ta). Выявлена статистически значимая ($p < 0,001$) разница снижения работоспособности в конце учебного занятия (по двум показателям из четырех) между результатами групп студенток: по скорости переработки информации (S) ($\chi^2 = 103,229$, $p < 0,001$) и средней продуктивности выполняемой работы (Pt) ($\chi^2 = 19,293$, $p < 0,001$). Эти результаты свидетельствуют о возможностях студентов, благодаря постоянным упражнениям активации ЦНС в процессе обучения в вузе, постепенно повышать свои функциональные возможности для улучшения показателей, характеризующих их работоспособность.

Для определения риска дезадаптации в стрессовых ситуациях исследуемые студентки подвергались тестированию по методике «Шкала психологического стресса PSM-25». Группа исследуемых студенток в период обучения на 3 курсе в большей степени была подвержена учебному стрессу. Полученные результаты проведенного исследования после определения по используемой методике стадии стресса показали, что «реакция тревоги» наблюдалась практически у 100% студенток, участников исследования. К 6 курсу 60% исследуемых студенток уже находились в стадии «адаптации» или преодоления чувства тревоги. Третья стадия стресса - «стадия истощения» не выявлялась в период учебы.

Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что учебный процесс в период обучения в вузе положительно влияет на рост уровня работоспособности студентов и способности организма противостоять стрессовым ситуациям.

***Ключевые слова:** умственный труд, студентки, тест Э. Ландольта, работоспособность, скорость переработки информации, продуктивность, точность, стресс, адаптация.*

***Для цитирования:** Фатхутдинова Л.М., Краснощекова В.Н., Мухутдинова А.Р. Психофизиологические особенности формирования умственной работоспособности в процессе обучения в вузе. Медицина труда и экология человека. 2023:143-156.*

Для корреспонденции: Краснощекова Валентина Николаевна, доцент, к.м.н., e-mail - valya.cras@yandex.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10311>

PSYCHOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF THE MENTAL PERFORMANCE FORMATION IN THE UNIVERSITY EDUCATIONAL PROCESS

Fatkhutdinova L.M., Krasnoshchekova V.N., Mukhutdinova A.R.

Kazan State Medical University of the Russian Health Ministry, Kazan, Russia

Abstract. Adaptation of students to the studying conditions at a higher educational institution is one of the most important problems, since it requires significant activation of biological and psychophysiological reserves of the body central nervous system (CNS).

A group of 3rd-year students aged 19-20 years (10 subjects) was selected for the study, they underwent the same study again 3 years later, being 6th-year students (age 23-24 years). The studies were conducted before and after the 6-hour training session. The main study was preceded by a training day. The study of mental performance, using a modified E. Landolt test, allowed us to evaluate the following performance indicators: information processing speed (S), productivity (Rt), endurance coefficient (Kr), accuracy coefficient (Ta).

A statistically significant ($p < 0.001$) difference in the decrease in work capacity at the end of the training session (according to two indicators out of four) was revealed between the results of groups of students who were previously in the third and currently studying in the 6th year: the information processing rate (S) ($\chi^2 = 103.229$, $p < 0.001$) and the average productivity of the work performed (Pt) ($\chi^2 = 19.293$, $p < 0.001$). These results indicate the ability of students, thanks to constant exercises of CNS activation in the university educational process, to gradually increase their functional capabilities to increase the indicators characterizing their performance.

To determine the risk of maladjustment in stressful situations, the studied students were tested according to the method "PSM-25 Psychological Stress Scale". A group of the surveyed female students, during the 3rd year of study, were more exposed to learning stress. The obtained results of the study, after determining by the method used to determine the stage of stress, showed that the "Anxiety reaction" was observed in almost all 100% of the female students participating in the study of this group. By the 6th year, 60% of the students studied were already in the stage of "Adaptation" or overcoming feelings of anxiety. The third stage of stress, the "exhaustion stage", was not detected during the study period. Thus, the educational process during the period of study at the university positively affects the growth of the level of students' working capacity and the ability of the body to withstand stressful situations.

Keywords: mental work, students, E. Landolt test, work capacity, information processing speed, productivity, accuracy, stress, adaptation.

For citation: Fatkhutdinova L.M., Krasnoshchekova V.N., Mukhutdinova A.R. Psychophysiological features of the mental performance formation in the university educational process. *Occupational Health and Human Ecology*. 2023:143-156.

For correspondence: Valentina N. Krasnoshchekova, associate professor, CandSc (Medicine). e-mail - valya.cras@yandex.ru

Financing: the study had no financial support.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10311>

Психофизиологические особенности высшей нервной деятельности имеют большое значение при формировании умственной работоспособности в процессе обучения будущих специалистов. Специфические условия жизни студентов, высокие интеллектуальные и нервно-эмоциональные нагрузки влияют на физиологическое состояние учащихся [1,2,3]. Адаптация студентов к условиям обучения в высшем учебном заведении является одной из важнейших проблем, так как требует от организма значительной активации биологических и психофизиологических резервов. Оценка изменения показателей умственной работоспособности в процессе обучения, определяемых с помощью различных методов исследования функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС), в сочетании с оценкой стрессовой нагрузки очень актуальна для своевременного проведения профилактических мероприятий.

На эффективность умственной работы студентов влияют объективные факторы (продолжительность учебного дня, учебная нагрузка, расписание) и субъективные, личностные характеристики [4,5,6,7,8,9,10]. Методической оценке поддаются в большей степени объективные факторы, которые и были выбраны для изучения.

Методика на основе теста Э. Ландольта, усовершенствованная В.Ф. Сысоевым, имеет широкий спектр применения в условиях учебной деятельности с учетом времени и фиксации ошибок для оценки не только общей работоспособности студентов, но и показателей, характеризующих ее качество [11]. Ряд авторов [12] использовали данную методику для оценки умственной работоспособности в разновозрастных группах учащихся высших учебных заведений и для оценки риска утомления работников нервно-эмоционального труда [13, 14,15,16].

Цель настоящей работы - выявить изменения показателей, характеризующих умственную работоспособность студентов в процессе обучения в медицинском вузе и уровень стресса, оказывающего мобилизующее влияние на работоспособность.

Объекты и методы исследования. Для проспективного исследования была отобрана группа студенток 3 курса в возрасте 19-20 лет. Эти же лица прошли повторное исследование спустя 3 года, будучи студентками 6 курса (возраст 23-24 года). Исследования проводились до и после 6-часового учебного занятия. Основному исследованию предшествовал тренировочный день. Применялся тест Э. Ландольта, тестирование и обработка результатов проводились при помощи компьютерной программы, разработанной фирмой «Иматон» [11]. Всего было обработано 80 бланков.

Задание для студента заключалось в просмотре в течение 10 минут (5 циклов по 2 минуты) бланка с набором колец и зачеркивания их с определенным положением разрыва. Экспериментатором подсчитывалось общее количество просмотренных колец за каждые 2 минуты (Q), число колец с заданным разрывом (M), которые следовало вычеркнуть, а также количество не вычеркнутых и неправильно вычеркнутых колец (N). При помощи программного обеспечения в автоматическом режиме рассчитывались интегральные показатели, позволяющие дать количественную (скорость переработки информации, выносливость) и качественную (продуктивность, точность) характеристику умственной

работоспособности. Скорость переработки информации (S) определяется количеством колец, правильно отмеченных за 1 сек; при этом при расчете в соответствии с методикой применяются понижающий и повышающий весовые коэффициенты для общего количества просмотренных колец и пропущенных или неправильно зачеркнутых колец соответственно. Коэффициент точности (Т_а) рассчитывается как отношение (в %) разности показателей точности за первый и последний 2-минутные интервалы работы к показателю точности, усредненному для пяти 2-минутных интервалов работы; при этом показатель точности равен доле правильно вычеркнутых колец из числа всех колец с заданным разрывом среди общего количества колец, просмотренных за 2-минутный интервал. Продуктивность (Р_т) за 10-минутный интервал определяется как среднее значение продуктивности, измеренной для каждого из 2-минутных отрезков; при этом 2-минутная продуктивность рассчитывается как произведение 2-минутного показателя точности на общее количество просмотренных за 2 минуты колец. Коэффициент выносливости (К_р), отражающий способность человека к длительному поддержанию определенного уровня продуктивности без снижения скорости деятельности, рассчитывается по формуле (1): $K_p = P_1 - P_5 / P_t * 100\%$, где P₁ - продуктивность за первые 2 минуты, P₅ - продуктивность за последние 2 минуты, P_t - средняя продуктивность за 10 минут. Все показатели оценивались в относительных единицах с переводом в оценочные баллы и последующим отнесением к одному из уровней: выше среднего, средний, низкий.

Для определения риска стрессовой дезадаптации все участники исследования проходили тестирование по методике «Шкала психологического стресса PSM-25» [17]. По данным литературы, данный тест рассматривается как информативный и незатратный по времени [17,18,19]. Каждый из 25 вопросов теста оценивался по 8-бальной шкале с последующим расчетом интегрального показателя: больше 155 баллов - высокий уровень стресса, свидетельствующий о состоянии дезадаптации и психического дискомфорта, 155-100 баллов - средний уровень стресса, меньше 99 баллов - низкий уровень стресса, свидетельствует о состоянии психологической адаптированности к рабочим нагрузкам. Уровни стресса, обуславливающие профессиональное поведение среди студентов-медиков и работников умственного труда, определяли подобными методами в экспериментах и другие исследователи [20,21].

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью компьютерной программы Microsoft Excel 2007. Для оценки достоверности различий применяли критерий χ^2 (хи-квадрат).

Результаты исследований. Были проанализированы показатели, характеризующие умственную работоспособность каждого студента, измеренные до и после учебного занятия при обучении на 3 курсе и затем три года спустя на 6 курсе. Распределение результатов оценки изменения показателя скорости переработки информации (S), характеризующего функциональную подвижность центральной нервной системы, до начала шестичасового учебного занятия и после его окончания в исследуемых группах студентов, обучаемых на 3, а затем и на 6 курсе, представлено на диаграммах А и Б рисунка 1. Перед началом учебного занятия у 100% лиц, исследуемых как на третьем, так и повторно на 6 курсах, уровни показателей скорости переработки информации (S) были «выше среднего». В конце 6-часового занятия только у 17% студентов 3 курса он остался в пределах оценки «выше среднего», у 16% студентов стал оцениваться как «средний», а у 67% студентов как «низкий»

(рис. 1А). У этих же студенток, обучающихся на 6 курсе, по результатам исследования к концу учебного занятия уже у 31% исследуемых лиц показатель скорости переработки информации (S) оказался на уровне «выше среднего», у 69% студенток оценивался как «средний» (рис. 1Б). Различия между оценками этого показателя, скорости переработки информации (S), между группой исследуемых лиц 3 курса, а затем этих же студенток, уже прошедших обучение до 6 курса, в конце учебного занятия были статистически значимыми ($\chi^2 = 103.229$, $p < 0,001$).

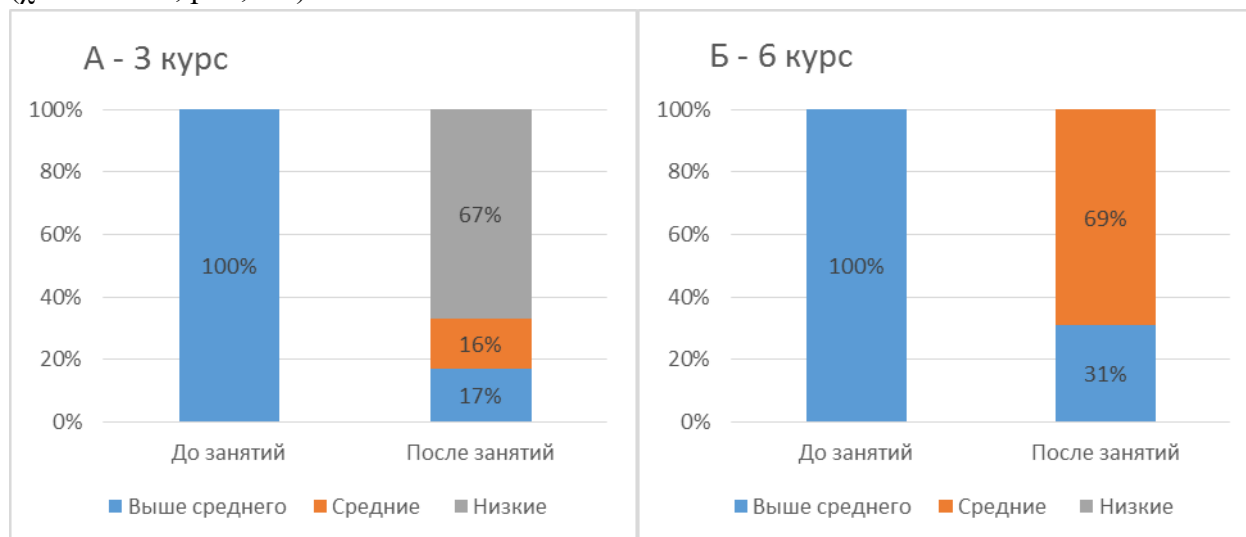


Рис. 1. Распределение испытуемых (%) по показателю скорости переработки информации (S) до и после учебного занятия

Figure 1. Distribution of subjects (%) in terms of information processing speed (S) before and after the training session

По показателю средней продуктивности (Pt) оценивали количество выполненной (переработанной) информации каждой исследуемой студенткой в единицу времени. Показатель Pt рассчитывался в условных единицах и переводился компьютерной программой в баллы с последующей интерпретированной оценкой качества. Интерпретация распределения результатов оценки качества средней продуктивности (Pt) до начала шестичасового учебного занятия и после его окончания в исследуемых группах студенток, обучавшихся на 3, а затем через 3 года на 6 курсе, представлены на диаграммах А и Б (рис. 2). В обследуемой группе на 3 курсе перед началом занятий у 33% студенток показатель средней продуктивности (Pt) имел оценку «выше среднего» и у 67% студенток этой группы он оценивался как «средний». К концу занятий на уровне оценки «выше среднего» показатель средней продуктивности (Pt) сохранился у 33% студенток, «средним» остался у 50%, а у 17% студенток группы 3 курса показатель средней продуктивности (Pt) снизился до уровня оценки «ниже среднего» (рис. 2 А).

Среди группы 6 курса до начала занятий у 38% студенток оценка показателя средней продуктивности (Pt) была определена «выше среднего», а 62% студенток этой же группы имели оценку показателя средней продуктивности (Pt) «среднего» уровня. К концу занятий оценка «выше среднего» сохранилась у 46%, «средняя» - у 54%. Результаты «ниже среднего» уровня отсутствовали (рис. 2 Б).

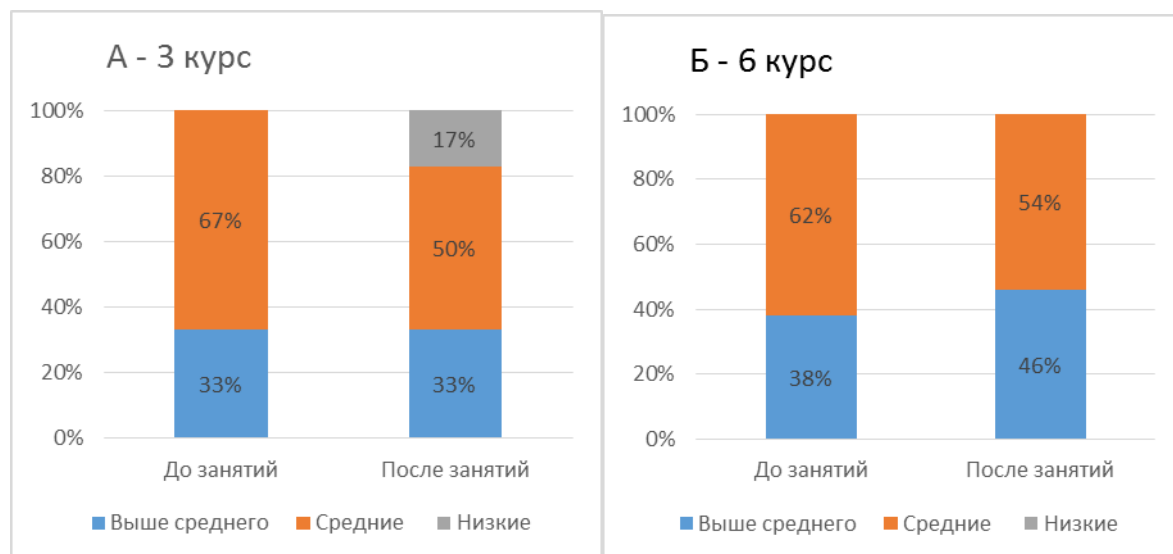


Рис. 2. Распределение испытуемых (%) по показателю средней продуктивности выполняемой работы (Pt) до и после учебного занятия

Figure 2. Distribution of subjects (%) in terms of average productivity of the work performed (Pt) before and after the training session

Выявлено статистически значимое различие показателей средней продуктивности выполняемой работы (Pt) между группами студенток, полученных во время исследований при обучении на 3, а затем на 6 курсах, после учебного занятия ($\chi^2 = 19.293$, $p < 0,001$).

Следующим показателем, имеющим значение для интегральной оценки работоспособности, является коэффициент выносливости (Кр). Он определяет выносливость нервных клеток к длительному воздействию раздражителя. По показателю Кр оценивали способность человека к длительному поддержанию выявленного уровня продуктивности. По уровню каждого полученного результата в % коэффициент выносливости (Кр) оценивался и переводился в оценки: «высокий уровень», «средний уровень» и «низкий уровень». Результаты распределения оценок коэффициента выносливости (Кр) до начала шестичасового учебного занятия и после его окончания среди групп студенток, обучавшихся сначала на 3, а затем через 3 года на 6 курсе, представлены на диаграммах А и Б рисунка 3.

В группе исследуемых студенток 3 курса до учебных занятий 33% из них имели коэффициент выносливости (Кр) «высокого уровня», 67% получили оценку «низкого уровня». К концу учебных занятий только 19% студенток группы 3 курса сохранили показатели коэффициента выносливости (Кр) на уровне оценки «высокий уровень», остальные студентки этой группы в количестве 81% имели оценку «низкого уровня» коэффициента выносливости (Кр) (рис. 3А).

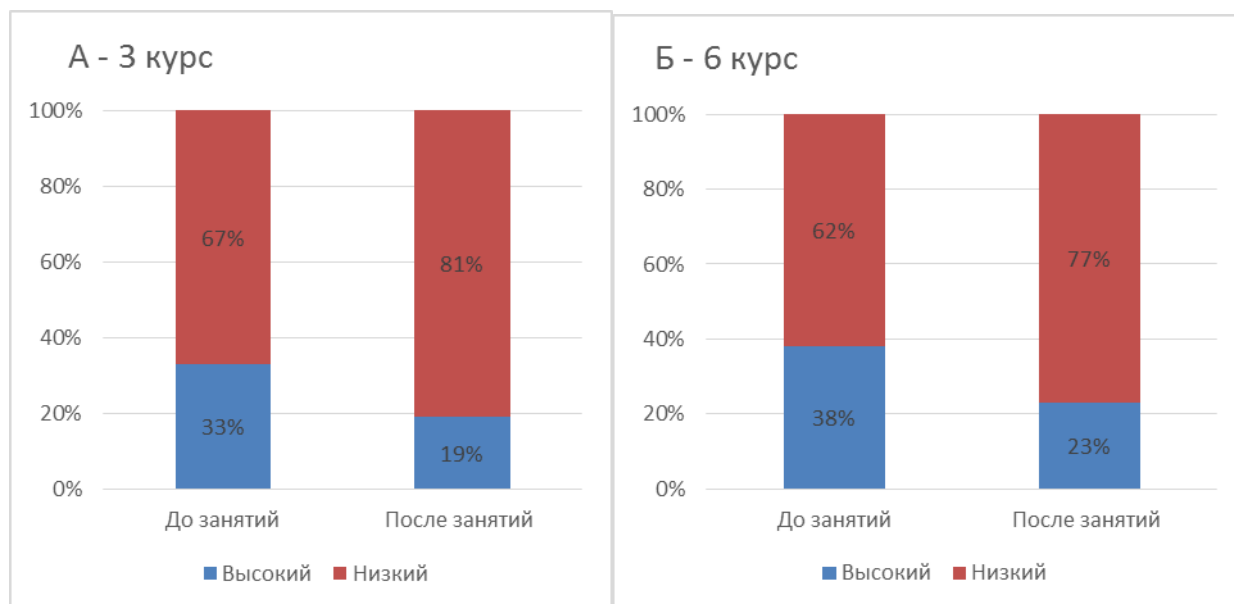


Рис. 3. Распределение испытуемых (%) по показателю уровня коэффициента выносливости (Кр) до и после учебного занятия

Figure 3. The distribution of subjects (%) in terms of the level of the coefficient of endurance (Kp) before and after the training session

В группе этих же студенток, прошедших повторное исследование на 6 курсе, уровень коэффициента выносливости (Кр) до занятий у 38% студенток был «высоким», у 62% студенток «низким». После учебных занятий «высокий уровень» коэффициента выносливости (Кр) сохранился у 23%, как «низкий уровень» оценивался у 77% (рис. 3Б). В конце учебного дня различие показателей Кр между результатами обследуемых групп студентов 3 и 6 курсов не было статистически значимым ($\chi^2=0.482$, $p>0.05$).

Оценка работоспособности на основании анализа полученных показателей коэффициента точности (Та) позволяет судить о длительном поддержании безошибочной деятельности каждого исследуемого студента. Оценка Та, получаемая по методике компьютерной программы в %, интерпретируется в зависимости от уровня набранных единиц в % по переводной шкале как «высокий», «средний» или «низкий» коэффициенты точности (Та). Результаты распределения оценок коэффициента точности (Та) до начала шестичасового учебного занятия и после его окончания среди групп студенток, обучавшихся вначале на 3, а затем через 3 года на 6 курсе, представлены на диаграммах А и Б рисунка 4.

До начала учебных занятий показатель коэффициента точности (Та) оценивался как «высокий» у 80% и «низкий» у 20% студенток 3 курса. К концу учебного занятия на «высоком» уровне показатель коэффициента точности (Та) остался лишь у 10%, на уровне «среднего» значения у 52% и на «низком» уровне у 31% (рис. 4 А).

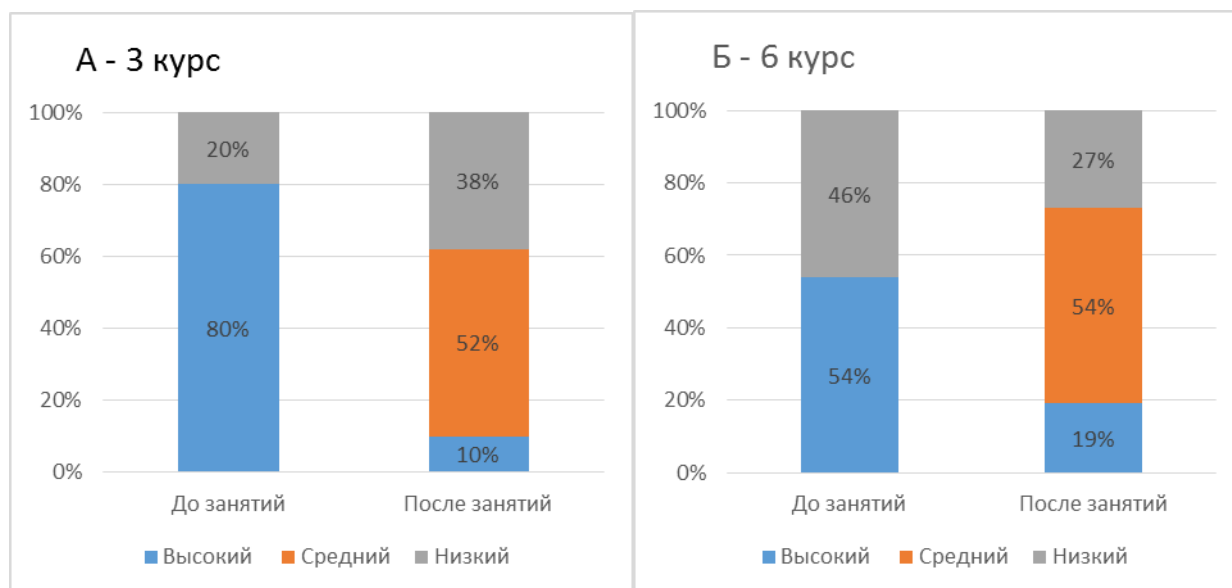


Рис. 4. Распределение испытуемых (%) по показателю коэффициента точности (Ta) до и после учебного занятия

Figure 4. The distribution of subjects (%) in terms of the coefficient of accuracy (Ta) before and after the training session

Коэффициент точности (Ta) в группе этих же студенток, обучающихся уже на 6 курсе, до начала занятий оценивался как «высокий» у 54% и «низкий» у 46%. К концу шестичасового учебного занятия оценки коэффициента точности (Ta) «высокого» уровня сохранились у 19%, у 54% студенток коэффициент точности (Ta) был «среднего» уровня, оценки «низкого уровня» показали 27%. Снижение распределения испытуемых (%) по показателю уровня коэффициента выносливости (Kp) до и после учебного занятия позволяет предполагать повышенную утомляемость всех функциональных систем и, прежде всего ЦНС, на протяжении учебного дня (Рис. 5Б). Статистически значимого различия оценки Ta как одного из показателей, характеризующих работоспособность, между группами студентов, прошедших последовательно исследования на 3 и 6 курсах, в конце учебных занятий, выявить не удалось ($\chi^2 = 4.692$, $p > 0.05$).

Следует отметить, что наиболее информативными и статистически значимыми показателями между группами одних и тех же студенток, подвергающихся исследованиям на третьем, а затем на шестом курсах, оказались: скорость переработки информации (S) ($\chi^2 = 103.229$, $p < 0,001$) и продуктивность выполняемой работы (Pt) ($\chi^2 = 19.293$, $p < 0,001$). Результаты исследований, проведенных у одних и тех же студенток, прошедших обучение с 3 по 6 курсы, свидетельствуют о том, что с продолжением обучения постепенно происходит рост функциональной подвижности нервной системы – скорости распространения нервных импульсов, что подтверждается увеличением изучаемого показателя скорости переработки полученной информации (S) с последующим решением [6;11;14]. Статистически значимая разница показателей средней продуктивности работы (Pt) также свидетельствует об улучшении способности выполнять работу в большем объеме и сохранять продуктивность в течение длительного времени у исследуемых студенток 6 курса по сравнению с их результатами на 3 курсе. Таким образом, процесс обучения с 3 по 6 курс влияет на уровень

функциональной подвижности нервной деятельности, увеличивая скорость процессов переработки информации и повышение средней продуктивности выполняемой работы.

Полученные результаты проведенного исследования после подсчета баллов и определения стадии стресса показали, что «реакция тревоги» наблюдалась практически у 100% студенток, участниц исследования, в период обучения на 3 курсе. Признаками этой стадии являются приведенные по значимости на основании опросника стрессовые ситуации, характерные для студентов: недостаток сна из-за неправильно распределенного времени на подготовку к занятиям и отдыху; академическая задолженность (не сданные вовремя практические, лабораторные работы); нарушения дисциплины (большое количество пропусков занятий, плохая успеваемость); перегрузки, то есть большая рабочая нагрузка студента; плохие условия проживания. На 6 курсе при повторном исследовании этих же студенток 60% уже находились в стадии «адаптации» или преодоления чувства тревоги. Третья стадия стресса - «стадия истощения» не выявлялась в период учебы.

Во время экзаменационной сессии все участники исследования повторно проходили тестирование по той же методике «Шкала психологического стресса PSM-25», как и в период учебы в течение семестра. Результаты тестирования позволили выявить, что более 40% обследуемой группы студенток во время экзаменационной сессии на 3-м курсе находились по оценке полученных результатов на грани стадии «истощения», когда приспособительные возможности организма снижаются, увеличивается опасность заболеваний, в том числе синдрома выгорания [22,23], но наступление третьей стадии не обязательно. К 6 курсу лишь 10% из них показывали во время сессии такой же результат. В этот период очень важно применение психической релаксации [24,25], психологических тренингов, направленных на предупреждение возникновения синдрома выгорания [26,27]. Взаимосвязь между конечной стадией стресса - эмоциональным выгоранием, профессиональным поведением и установками среди студентов-медиков и работников умственного труда определяли в экспериментах [20,21] и другие исследователи.

Заключение. Результаты выполненного исследования по выявлению изменения показателей, характеризующих умственную работоспособность на примере группы студенток в процессе обучения в медицинском вузе и уровень стресса, оказывающего влияние на их работоспособность, позволили определить статистически значимое различие работоспособности между результатами группы студентов при их обучении на 3 третьем, а затем на 6 курсе, в конце учебных занятий по двум показателям: скорости переработки информации (S) ($\chi^2 = 103.229$, $p < 0,001$) и продуктивности выполняемой работы (Pt) ($\chi^2 = 19.293$, $p < 0,001$). Одновременное тестирование на стрессоустойчивость показало, что к 6 курсу уже более 60% студенток адаптируются к условиям обучения и «низкий» показатель, свидетельствующий о том, что исследуемый находится на грани «стадии истощения» является единичным случаем. Полученные данные свидетельствуют о возможностях организма повышать уровень умственной работоспособности и адаптироваться к стрессовым ситуациям в процессе обучения в вузе.

Список литературы:

1. *Абросимов А.А.* Работоспособность и академическая успеваемость студентов. Вестник самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2015; № 1 (25):6-11.

2. Литовченко О.Г., Ишбулатова М.С. Сравнительная оценка умственной работоспособности у детей 9-11 лет - уроженцев среднего приобья. Новые исследования. 2016; № 4 (49): 62-70.
3. Вахтанова Г.М., Лялякин С.В. Количественная оценка умственной работоспособности школьников с разным уровнем тревожности. В сборнике: Актуальные проблемы экологии в XXI веке. Труды III Международной научной конференции (заочной). 2016.: 123-128.
4. Рымшина М.В. Изучение уровня здоровья и умственной работоспособности студентов. В сборнике: Новые информационные технологии в науке сборник статей международной научно-практической конференции. 2016: 48-52.
5. Вахтанова Г.М. Оценка умственной работоспособности школьников. В сборнике: Актуальные проблемы экологии в XXI веке Труды II Международной научной конференции (заочной). Отв. ред. Грачева Е. П. 2015.:136-138.
6. Рымшина М.В., Якушина В.С. Изучение показателей умственной работоспособности школьников и студентов. В сборнике: Основные проблемы естественных и математических наук Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2015.: 66-70.
7. Миронов И.П., Белозерова Т.А. Психологическая диагностика - основа профессиональной ориентации студентов-первокурсников строительного факультета. Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции «Формирование гуманитарной среды в вузе: инновационные образовательные технологии. Компетентностный подход». Пермь, 2016; 1 :171-178.
8. Цымбалюк А.Э., Мишучкова Е.Ю., Сидорова С.С. Психологическая структура учебно-профессиональной адаптации студентов педагогического вуза. Ярославский педагогический вестник. 2017; № 6: 233-237.
9. Буров А.Э., Ерохина О.А., Горцунов С.А. Определение критериальных показателей профессиональной психофизической готовности студентов в период обучения в вузе. Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2010; № 4 (48): 103-107.
10. Белова О.А., Плотникова Н.А., Агарвал Р.К. Уровень работоспособности и гендерные различия у учащихся 11-12 лет различных типов школ. Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке». 2014; 16 (1): 37-46.
11. Сысоев В.П. Методика диагностики работоспособности: Тест Э. Ландольта: Рук. по использованию. Госстандарт России, ГП "Иматон". СПб. 2003: 31
12. Розенталь С.Г., Сафина А.И. Сравнительный анализ умственной работоспособности в разных возрастных группах. Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2015; 157 (3); 144-150.
13. Амиров Н.Х., Илюхин Н.Е. Диагностика работоспособности и состояние здоровья оперативных работников энергообъекта. Материалы 8го Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье», Москва, 2009: 14-15.
14. Амиров Н.Х., Илюхин Н.Е., Русин М.Н. Изменения работоспособности и состояния центральной нервной системы в течение смены у оперативных работников электроподстанций. Материалы 2-й Всероссийской научно практической конференции «Здоровье человека в 21м веке» Казань, 2010: 77-78.

15. Бухтияров И.В., Юшкова О.И., Фесенко М.А., Меркулова А.Г. Оценка риска утомления у работников нервно-эмоционального труда. Электронный журнал “Анализ риска здоровью”. 2018; 1: 66-77.
16. Максимов С.А. Социально-гигиенические аспекты трудовой адаптации работников умственного труда. Гигиена и санитария, 2011; № 2: 56-60.
17. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. Синдром выгорания. Диагностика и профилактика: практическое пособие 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2023: 299
18. Иванов Д.Е., Колоколов Г.Р. Влияние учебной нагрузки на уровни депрессии и тревоги у студентов вуза. Ж. Медицина труда и промышленная экология, 2019; №9: 634-635.
19. Pezé M. Signe d’alerte de burn out et diagnostic précoce (Alert sign of burnout and early diagnosis). Rev Prat. 2018; 68(8):896-904.
20. Dyrby L.N., Massie F.S.Jr., Eacker A., Harper W., Power D., Durning S.J., et al. Relationship between burnout and professional conduct and attitudes among US medical students. JAMA. 2010; 304: 1173-80.
21. Ониани Х.Т. Капустина А.В., Форвертц А.Ю. Профилактика перенапряжения работников умственного труда. Ж. Медицина труда и промышленная экология, 2019; №9 : 711-712.
22. Palm U, Falkai P. Ich bin total erschöpft (When exhaustion becomes a torment – from excessive labour to burn-out). MMW Fortschr Med. 2019; 161(5):44-469.
23. Pezé M. Signe d’alerte de burn out et diagnostic précoce (Alert sign of burnout and early diagnosis). Rev Prat. 2018; 68(8):896-904.
24. Dyrbye L.N., Massie F.S.Jr., Eacker A., Harper W., Power D., Durning S.J., et al. Relationship between burnout and professional conduct and attitudes among US medical students. JAMA. 2010; 304: 1173-80.
25. Green, Alyssa A, and Elizabeth V Kinchen. The Effects of Mindfulness Meditation on Stress and Burnout in Nurses. Journal of holistic nursing: official journal of the American Holistic Nurses' Association. 2021; 39(4): 356-368.
26. Martí'n-Asuero A., Garcí'a-Banda G. The mindfulness-based stress reduction program reduces stress-related psychological distress in healthcare professionals. Span J Psychol. 2010; 13: 897-905.
27. Marine A., Ruotsalainen J., Serra C., Verbeek J. Preventing occupational stress in healthcare workers. Cochrane Database Syst Rev. 2006: CD002892.
28. Kandola A, Ashdown-Franks G, Hendrikse J, Sabiston CM, Stubbs B. Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. Neurosci Biobehav Rev. 2019; 107:525-539.

References:

1. Abrosimov A.A. *Rabotosposobnost' i akademicheskaja uspevaemost' studentov*. [Efficiency and academic performance of students]. *Vestnik samarskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Psihologo-pedagogičeskie nauki*. [Bulletin of Samara STU. Ser. Philosophic-pedagogical sciences]. 2015; № 1 (25):6-11. (In Russ)
2. Litovchenko O.G., Ishbulatova M.S. *Sravnitel'naja ocenka umstvennoj rabotosposobnosti u detej 9-11 let - urozhencev srednego priob'ja*. [Comparative assessment of mental performance

- in children 9-11 years old - natives of the Middle Ob region]. *Novye issledovanija*. [New studies]. 2016; № 4 (49): 62-70. (In Russ)
3. Vakhtanova G.M., Lyajjakin S.V. *Kolichestvennaja ocenka umstvennoj rabotosposobnosti shkol'nikov s raznym urovnem trevozhnosti*. [Quantitative assessment of the mental performance of schoolchildren with different levels of anxiety]. *V sbornike: Aktual'nye problemy jekologii v XXI veke. Trudy III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (zaочноj)*. [In the col.: Topical problems of ecology in XXI century]. 2016.: 123-128. (In Russ)
 4. Rymshina M.V. *Izuchenie urovnja zdorov'ja i umstvennoj rabotosposobnosti studentov*. [The study of the level of health and mental performance of students]. *V sbornike: Novye informacionnye tehnologii v nauke sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii*. [In the col. New information technologies in science. Proceedings of scientific – practical conference]. 2016: 48-52. (In Russ)
 5. Vakhtanova G.M. *Ocenka umstvennoj rabotosposobnosti shkol'nikov*. [Assessment of mental performance of schoolchildren]. *V sbornike: Aktual'nye problemy jekologii v XXI veke Trudy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (zaочноj). Otv. red. Gracheva E. P.* [In the col. Topical ecological problems in the XXI century. Proceedings of the II Intern. Scientific conference]. 2015.:136-138. (In Russ)
 6. Rymshina M.V., Jakushina V.S. *Izuchenie pokazatelej umstvennoj rabotosposobnosti shkol'nikov i studentov*. [The study of indicators of mental performance of schoolchildren and students]. *V sbornike: Osnovnye problemy estestvennyh i matematicheskikh nauk Sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii*. [In the col. Main problems of natural and maths sciences. Proceedings of the conference]. 2015.: 66-70. (In Russ)
 7. Mironov I.P., Belozerova T.A. *Psihologicheskaja diagnostika - osnova professional'noj orientacii studentov-pervokursnikov stroitel'nogo fakul'teta*. [Psychological diagnostics is the basis for the professional orientation of first-year students of the Faculty of Civil Engineering]. *Materialy XIX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii «Formirovanie gumanitarnoj sredy v vuze: innovacionnye obrazovatel'nye tehnologii. Kompetentnostnyj podhod»*. Perm'. [Proceedings of the XIX All-Russian scientific-pract. Conference “Formation of the humanitarian environment in the university: innovative educational technologies. Competence approach”]. 2016; 1 :171-178. (In Russ)
 8. Cymbaljuk A.Je., Mishuchkova E.Ju., Sidorova S.S. *Psihologicheskaja struktura uchebno-professional'noj adaptacii studentov pedagogicheskogo vuza*. *Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik*. [Psychological structure of educational and professional adaptation of students of a pedagogical university. *Jaroslavl Pedagogical Bulletin*]. 2017; № 6: 233-237. (In Russ)
 9. Burov A.Je., Erohina O.A., Gorcunov S.A. *Opredelenie kriterial'nyh pokazatelej professional'noj psihofizicheskoj gotovnosti studentov v period obuchenija v vuze*. [Determination of criteria indicators of professional psychophysical readiness of students during their studies at the university]. *Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. [Bulletin of the Volgograd SPU]. 2010; № 4 (48): 103-107. (In Russ)
 10. Belova O.A., Plotnikova N.A., Agarval R.K. *Uroven' rabotosposobnosti i gendernye razlichija u uchashhihsja 11-12 let razlichnyh tipov shkol*. [Efficiency level and gender differences among students aged 11-12 in different types of schools]. *Zhurnal nauchnyh statej*

- “Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke”. [Jour. of scientific papers]. 2014; 16 (1): 37-46. (In Russ)
11. Sysoev V.P. *Metodika diagnostiki rabotosposobnosti: Test Je. Landol'ta: Ruk. po ispol'zovaniju. Gosstandart Rossii, GP "Imaton". SPb.* [Method for diagnosing health: E. Landolt's test: Ruk. by use. Gosstandart of Russia, SE "Imaton". SPb] . 2003: 31 (In Russ)
 12. Rozental' S.G., Safina A.I. *Sravnitel'nyj analiz umstvennoj rabotosposobnosti v raznyh vozrastnyh gruppah.* [Comparative analysis of mental performance in different age groups]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki*. [Learned notes of the Kazan University: Ser. Natural sciences]. 2015; 157 (3); 144-150. (In Russ)
 13. Amirov N.H., Iljuhin N.E. *Diagnostika rabotosposobnosti i sostojanie zdorov'ja operativnyh rabotnikov jenergoob#ekta.* [Diagnostics of working capacity and state of health of operational workers of the power facility]. [Materials 8go Vserossijskogo kongressa «Professija i zdorov'e», Moskva, 2009: 14-15. [Proceedings of the 8th AllRussian congress “Occupation and health”]. (In Russ)
 14. Amirov N.H., Iljuhin N.E., Rusin M.N. *Izmenenija rabotosposobnosti i sostojanija central'noj nervnoj sistemy v techenie smeny u operativnyh rabotnikov jelektropodstancij.* [Changes in the working capacity and state of the central nervous system during the shift in operational workers of electrical substations]. *Materialy 2-j Vserossijskoj nauchno prakticheskoj konferencii «Zdorov'e cheloveka v 21m veke» Kazan'*, [Proceedings of the 2nd AllRussian scientific-pract. Conference “Human health in the 21st century”]. 2010: 77-78. (In Russ)
 15. Buhtiyarov I.V., Jushkova O.I., Fesenko M.A., Merkulova A.G. *Ocenka riska utomlenija u rabotnikov nervno-jemocional'nogo truda.* [Evaluation of the risk of fatigue in workers of neuro-emotional labor]. *Jelektronnyj zhurnal “Analiz riska zdorov'ju”.* [El. Journal “Health risk analysis”]. 2018; 1: 66-77. (In Russ)
 16. Maksimov S.A. *Social'no-gigienicheskie aspekty trudovoj adaptacii rabotnikov umstvennogo truda.* [Socio-hygienic aspects of labor adaptation of mental workers]. *Gigiena i sanitarija.* [Hygiene and Sanitation]. 2011; № 2: 56-60. (In Russ)
 17. Vodop'janova N. E., Starchenkova E.S. *Sindrom vygoranija. Diagnostika i profilaktika: praktičeskoe posobie 3-e izd., ispr. i dop. Moskva: Izdatel'stvo Jurajt.* [Burnout Syndrome. Diagnosis and prevention: a practical guide 3rd ed., Corr. and suppl. Moscow: Yurayt Publishing House]. 2023: 299 (In Russ)
 18. Ivanov D.E., Kolokolov G.R. *Vlijanie uchebnoj nagruzki na urovni depressii i trevogi u studentov vuza.* [The influence of study load on the levels of depression and anxiety among university students]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2019; №9: 634-635. [Occupational health and industrial ecology]. (In Russ)
 19. Pezé M. *Signe d'alerte de burn out et diagnostic précoce (Alert sign of burnout and early diagnosis).* *Rev Prat.* 2018; 68(8):896-904.
 20. Dyrby L.N., Massie F.S.Jr., Eacker A., Harper W., Power D., Durning S.J., et al. *Relationship between burnout and professional conduct and attitudes among US medical students.* *JAMA.* 2010; 304:1173-80.
 21. Oniani H.T. Kapustina A.V., Forvertc A.Ju. *Profilaktika perenaprjazhenija rabotnikov umstvennogo truda.* *Zh. Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2019; №9 : 711-712. (in Russian)

22. Palm U, Falkai P. Ich bin total erschöpft (When exhaustion becomes a torment - from excessive labor to burn-out). *MMW Fortschr Med.* 2019; 161(5):44-469.
23. Pez  M. Signe d'alerte de burn out et diagnostic précoce (Alert sign of burnout and early diagnosis). *Rev Prat.* 2018; 68(8):896-904.
24. Dyrbye L.N., Massie F.S.Jr., Eacker A., Harper W., Power D., Durning S.J., et al. Relationship between burnout and professional conduct and attitudes among US medical students. *JAMA.* 2010; 304:1173-80.
25. Green, Alyssa A, and Elizabeth V Kinchen. The Effects of Mindfulness Meditation on Stress and Burnout in Nurses. *Journal of holistic nursing: official journal of the American Holistic Nurses' Association.* 2021; 39(4): 356-368.
26. Marti n-Asuero A., García-Banda G. The mindfulness-based stress reduction program reduces stress-related psychological distress in healthcare professionals. *Span J Psychol.* 2010; 13: 897-905.
27. Marine A., Ruotsalainen J., Serra C., Verbeek J. Preventing occupational stress in healthcare workers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006: CD002892.
28. Kandola A, Ashdown-Franks G, Hendrikse J, Sabiston CM, Stubbs B. Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. *Neurosci BiobehavRev.* 2019; 107:525-539.

Поступила/Received: 16.03.2023

Принята в печать/Accepted: 03.07.2023

УДК 614.8.026.1:371.72-053.5

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФАКТОРОВ РИСКА С СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Зигитбаев Р.Н.¹, Зулъкарнаев Т.Р.¹, Поварго Е.А.¹, Франц М.В.², Абдрахманова Е.Р.^{1, 3}, Мочалкин П.А.¹, Ахметзянова А.Х.¹

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет Минздрава России», Уфа, Россия

²ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Уфа, Россия

³ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

Детское население подвергается воздействию многообразных факторов окружающей среды, многие из которых рассматриваются в качестве факторов риска развития неблагоприятных изменений в организме. Своевременное их выявление и коррекция могут существенно снизить уровень неблагоприятного влияния.

Республика Башкортостан характеризуется развитой сетью нефтеперерабатывающей и нефтехимических предприятий, расположенных в разных городах, отличающихся как по антропогенной нагрузке, так и по социальным условиям.

Цель исследования – изучить состояние здоровья детей младшего школьного возраста, проживающих в регионе с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью, выявить и оценить ведущие факторы, влияющие на растущий организм.

Материалы и методы. Физическое развитие и состояние здоровья изучено на 4672 младших школьниках городов Уфа, Салават и Ишимбай. Медико-социальный профиль оценен с помощью 910 анкет. Проанализированы условия обучения в 10 общеобразовательных организациях. Проведен анализ факторов риска, формирующих здоровье младших школьников, и оценена степень риска негативного влияния на здоровье школьников изученных факторов.

Результаты. Детей с 1 группой здоровья больше всего проживает в Ишимбае, а меньше всего в Уфе. Доля гармонично развитых детей в Ишимбае - $82,51 \pm 1,25\%$ ($p < 0,001$), в Салавате - $83,49 \pm 1,60\%$, в Уфе - $67,26 \pm 1,26\%$. Большинство детей по медико-биологическим факторам, факторам раннего детства, факторам риска, обусловленным условиями жизни, входят в группу настороженности по риску развития отклонений в состоянии здоровья. Почти 30% школьников воспитываются в условиях, представляющих повышенный риск для их здоровья. В Уфе чаще регистрируется превышение ПДК изучаемых веществ по сравнению с другими городами. Разработаны прогнозные модели групп здоровья и физического развития с применением линейного дискриминантного анализа, которые позволяют прогнозировать возможные нарушения в состоянии здоровья и физическом развитии школьников и своевременно корректировать управляемые факторы риска.

Ключевые слова: младшие школьники, физическое развитие, здоровье, прогнозная модель.

Для цитирования: Зигитбаев Р.Н., Зулъкарнаев Т.Р., Поварго Е.А., Франц М.В., Абдрахманова Е.Р., Мочалкин П.А., Ахметзянова А.Х. Взаимосвязь факторов риска с

состоянием здоровья и физическим развитием детей младшего школьного возраста. Медицина труда и экология человека. 2023:157-171.

Для корреспонденции: Зигитбаев Рамиль Наилевич, старший преподаватель кафедры гигиены с курсом МПД ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, Россия. email: rnzigitbaev@bashgmu.ru.

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10312>

RELATIONSHIP OF RISK FACTORS WITH THE HEALTH STATE AND PHYSICAL DEVELOPMENT OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN LIVING IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Zigitbaev R.N.¹, Zulkarnaev T.R.¹, Povargo E.A.¹, Franz M.V.², Abdrakhmanova E.R.^{1,3}, Mochalkin P.A.¹, Akhmetzyanova A.Kh.¹

¹ Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa, Russia

² Ufa University of Science and Technologies, Ufa, Russia

³ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

Introduction. The child population is exposed to a variety of environmental factors, many of which are considered risk factors for the development of adverse changes in the body. Their timely identification and correction can significantly reduce the level of adverse effects.

The purpose of the study is to identify the leading factors that shape the health of schoolchildren.

Materials and methods. Physical development and health status was studied on 4672 primary school children from the cities of Ufa, Salavat and Ishimbay. The medico-social profile was assessed using 910 questionnaires. The conditions of education in 10 educational institutions are analyzed. The analysis of risk factors that form the health of primary school children was carried out and the degree of risk of a negative impact on the health of schoolchildren of the studied factors was assessed.

Results. Children with the 1st health group live most of all in the town of Ishimbay, and fewer in the city of Ufa. The proportion of harmoniously developed children was more revealed in the town of Ishimbay ($82.51 \pm 1.25\%$, $p < 0.001$), in the town of Salavat ($83.49 \pm 1.60\%$), and the smallest in Ufa ($67.26 \pm 1.26\%$). The majority of children, according to medical and biological factors, factors of early childhood, risk factors due to living conditions, are included in the group of alertness at the risk of developing deviations in health status. Almost 30% of schoolchildren are brought up in conditions that pose an increased risk to their health. In the city of Ufa, the excess of the MPC of the studied substances is more often recorded than in other cities. Predictive models of health groups and physical development have been developed using linear discriminant analysis, which allow predicting possible violations in the state of health and physical development of schoolchildren and timely correcting controllable risk factors.

Keywords: younger schoolchildren, physical development, health, predictive model.

For citation: Zagitbaev R.N., Zulkarnaev T.R., Povargo E.A., Frants M.V., Abdrakhmanova E.R., Mochalkin P.A., Akhmetzyanova A.Kh. Occupational Health and Human Ecology. 2023:157-171.

For correspondence: Ramil N. Zagitbaev, Senior teacher at the Department of Hygiene, Bashkirian State Medical University, Russian Health Ministry. email: rnzigitbaev@bashgmu.ru.

Financing: the study had no financial support.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10312>

Введение. Научное и практическое решение проблем охраны и укрепления здоровья школьников является одной из важных государственных задач на современном этапе. Развитие профилактической медицины требует изучения формирования здоровья индивидуума и детской популяции в условиях современных антропогенных и информационных нагрузок, обоснования системы персонализированной профилактики наиболее распространенных среди детей и подростков школьно-обусловленных заболеваний [1-7].

Закономерности формирования здоровья – результат сложного взаимодействия социально-экономических, гигиенических и медико-биологических факторов. Определяющую роль в изменениях состояния здоровья детского населения играют три группы факторов, характеризующие генотип популяции, образ жизни, состояние окружающей среды [8-16].

Материалы и методы исследования. Обследованы 4672 ученика 1-4 классов общеобразовательных школ в крупнейшем (г. Уфа), большом (г. Салават) и среднем (г. Ишимбай) городах с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью.

Физическое развитие и состояние здоровья ребенка изучалось по унифицированной антропометрической методике с использованием стандартного инструментария [17-19]. Определялись антропометрические показатели: длина и масса тела, окружность грудной клетки. Состояние здоровья оценивалось на основе распределения по группам здоровья, расчета распространенности заболеваний и структуры заболеваемости.

Оценка медико-социальных факторов проводилась с использованием анкеты по изучению медико-социальных причин формирования отклонений в состоянии здоровья у детей (910 анкет). Оценка степени риска влияния условий обучения на здоровье обучающихся выполнялась по методике, предложенной Сухаревым А.Г. и Каневской Л.Я [20]. Оценка неканцерогенных рисков воздействия химических веществ, загрязняющих различные объекты окружающей среды (воздух, питьевая вода, почва и продукты питания), на здоровье населения исследуемых городов проводилась в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04 с учетом критических органов/систем, поражаемых при воздействии исследуемых ксенобиотиков.

Оценка влияния факторов на здоровье детей выполнялась с применением регрессионного анализа, использовалась модель бинарной логистической регрессии. Разработка прогнозной модели групп здоровья и физического развития велась с применением линейного дискриминантного анализа [21-24].

Результаты. Физическое развитие детей младшего школьного возраста в регионе с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью характеризуется рядом особенностей. Установлено, что доля детей с гармоничным физическим развитием

была достоверно ниже в Уфе ($67,26 \pm 1,26\%$) по сравнению с Салаватом ($83,49 \pm 1,60\%$) и Ишимбаем ($82,51 \pm 1,25\%$, $p < 0,001$). Наименьшее число детей с I группой здоровья и наибольшее с III группой также проживает в Уфе, а наибольшее число здоровых детей - в г. Ишимбае (табл. 1).

Таблица 1

Распределение детей по группам здоровья, %

Table 1

Distribution of children by health groups, %

Группа здоровья	Уфа	Салават	Ишимбай	Достоверность различий
I группа	$17,97 \pm 0,74$	$26,67 \pm 3,41$	$38,57 \pm 2,34$	$p_{1-2} < 0,05$ $p_{2-3} < 0,01$ $p_{1-3} < 0,001$
II группа	$53,54 \pm 0,96$	$49,84 \pm 2,82$	$43,30 \pm 2,25$	$p_{1-3} < 0,001$
III группа	$28,5 \pm 0,87$	$23,49 \pm 3,48$	$18,12 \pm 2,70$	$p_{1-3} < 0,01$

Большинство обследованных детей по медико-биологическим факторам, факторам раннего детства, факторам риска, обусловленным условиями жизни младших школьников, входят в группу настороженности по риску развития отклонений в состоянии здоровья. Отмечено, что в г. Уфе каждый пятый ребенок имеет повышенный риск для здоровья по медико-биологическим факторам ($19,84 \pm 1,57\%$), что значительно больше по сравнению с другими городами. Практически каждый третий школьник во всех исследованных городах воспитывается в условиях, представляющих повышенный риск для его здоровья.

Результаты комплексной оценки условий воспитания и обучения в общеобразовательных организациях свидетельствуют о том, что эти условия являются умеренно-опасными для здоровья обучающихся, а школы, соответственно, отнесены ко второй группе по санитарно-эпидемиологическому благополучию. Имеются достаточно значительные колебания по общей сумме баллов среди этих школ – от 713 до 893 баллов. Наибольшие отклонения от гигиенических требований выявлены по такому показателю как «Режим и организация учебно-воспитательного процесса», который в трех школах представляет сильную степень риска для здоровья учащихся.

Коэффициент опасности, характеризующий риск развития неканцерогенных эффектов, превышен по марганцу (1,8), оксиду меди (3), взвешенным веществам (2,67), формальдегиду (5,33) в г. Уфе, по взвешенным веществам (1,35), азота (IV) оксиду (1,1), формальдегиду (2,34) – г. Салавате, по формальдегиду (4,83) и хлору (43,0) – в г. Ишимбае. Отмечено, что в г. Уфе чаще регистрируется превышение ПДК изучаемых веществ по сравнению с другими городами.

Оценка влияния факторов на здоровье детей выполнялась с применением регрессионного анализа, использовалась модель бинарной логистической регрессии.

Уравнение бинарной логистической регрессии имеет вид (1):

$$p(Y_i = 1 | x_{i1} \dots x_{ik}) = \frac{e^{b_0 + b_1 x_{i1} + \dots + b_k x_{ik}}}{1 + e^{b_0 + b_1 x_{i1} + \dots + b_k x_{ik}}} \quad (1)$$

В данном уравнении $p(Y_i = 1|x_{i1} \dots x_{ik})$ - условная вероятность принятия бинарной переменной значения 1 при заданном наборе значений факторных показателей, $b_0 \dots b_k$ - регрессионные коэффициенты; $x_{i1} \dots x_{ik}$ - значения факторных показателей в i -м наблюдении.

В качестве зависимой переменной использовался бинарный показатель, принимавший значение 1, если ребенок имел хронические заболевания (3 и 4 группы здоровья), и 0, если ребенок имел 1 или 2 группу здоровья. В качестве факторных показателей использовались:

- x_1 - сумма баллов по медико-биологическим факторам;
- x_2 - сумма баллов по факторам раннего развития;
- x_3 - сумма баллов по факторам условий проживания;
- x_4 - сумма баллов по факторам питания;
- x_5 - сумма баллов по санитарно-гигиеническим факторам.

Все суммы баллов сконструированы таким образом, что чем больше набранная сумма, тем более неблагоприятной является ситуация по соответствующей группе факторов.

Кроме того, для оценки значимости временных и территориальных эффектов добавлялись дополнительные дамми-переменные. Оценивалось несколько моделей: по респондентам из г.Уфы с включением дамми-переменных для оценки временных эффектов (Model 1); по респондентам из г. Уфы, обследованным в 2017 г., с включением дамми-переменной для оценки территориальных эффектов (Model 2); по всему информационному массиву для оценки влияния основного набора факторов (Model 3). Результаты моделирования приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа

Table 2

Regression analysis results

	Model 1	Model 2	Model 3
(Intercept)	-1.094 (1.144)	-1.359 (2.127)	0.307 (0.956)
MBFSum	0.029 (0.022)	0.078 * (0.036)	-0.006 (0.014)
FRDSum	0.079 * (0.035)	0.117 (0.065)	0.124 *** (0.030)
UGSum	-0.051 * (0.022)	-0.020 (0.041)	-0.047 * (0.020)
PITSum	0.013 (0.017)	-0.018 (0.026)	0.014 (0.015)
ObSum	-0.001 (0.001)	-0.002 (0.003)	-0.003 * (0.001)
Year2011	0.333 (0.236)		
Year2017	-0.375 * (0.166)		
Raion1233		0.199 (0.268)	
N	1624	649	1890
AIC	1809.228	636.538	2137.669
BIC	1852.370	667.866	2170.935
Pseudo R2	0.032	0.026	0.021
*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.			

Анализ полученных результатов показал, что медико-биологические факторы и факторы раннего детства оказывают ожидаемое значимое влияние на результативный показатель - с ростом суммы баллов по ним вероятность перехода в неблагоприятную группу здоровья увеличивается (рис. 1).

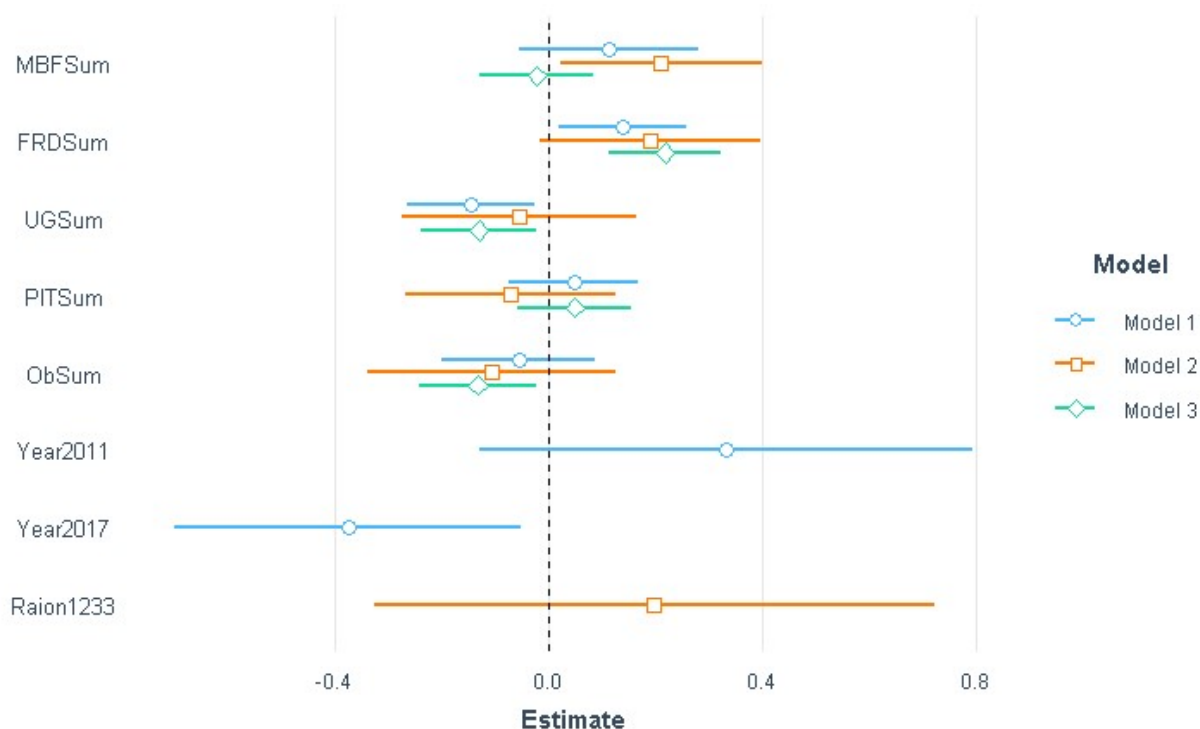


Рис. 1. Результаты регрессионного анализа

Figure 1. Results of regression analysis

Факторы условий проживания имеют противointuitивное влияние на результативный показатель: получается, что чем хуже условия проживания, тем больше шансов на то, что ребенок окажется в благоприятной группе здоровья. Коэффициенты по суммам баллов по факторам питания, а также социально-гигиеническим факторам почти всегда оказываются незначимыми. В отношении санитарно-гигиенических факторов это можно объяснить тем, что в исследовании участвовали учащиеся начальных классов, поэтому вредное воздействие неблагоприятных санитарно-гигиенических условий в школе могло еще не проявиться. Также моделирование показывает, что имеют место временные эффекты - при прочих равных условиях дети, обследованные в 2018 г., имели больше шансов на попадание в благоприятную группу здоровья, по сравнению со школьниками, участвовавшими в исследовании в 2005 г. Территориальный эффект оказался незначимым.

Разработка прогнозной модели групп здоровья и физического развития велась с применением линейного дискриминантного анализа. Метод линейного дискриминантного анализа сводится к поиску линейной комбинации признаков, которая наилучшим образом разделяет два или более классов. Такая линейная комбинация называется дискриминантной функцией, уравнение которой имеет вид (2):

$$D_{ik} = b_{0k} + b_{1k} \cdot x_{i1} + \dots + b_{pk} \cdot x_{ip}$$

В уравнении (2) D_{ik} - значение k -й дискриминантной функции для i -го наблюдения, p - количество предикторов, b_{jk} - значение j -го коэффициента для k -й дискриминантной функции, x_{ik} - значение j -го предиктора в i -м наблюдении.

В первом варианте расчета искали дискриминантную функцию для классификации детей на два класса: первый класс - дети, имеющие 1 или 2 группы здоровья, второй класс - дети, имеющие 3 или 4 группы здоровья. Во втором варианте расчетов дискриминантная функция определялась для классификации детей на два класса по группам физического развития. Первый класс - дети с первой группой физического развития, второй - дети со второй или третьей группами физического развития.

В связи с тем, что в собранной нами базе данных имелось огромное количество переменных, потенциально подходящих для использования в качестве предикторов, был выполнен предварительный отбор наиболее значимых факторов с применением однофакторного дисперсионного анализа, а также анализа пропусков в данных.

Обсуждение. Исследование ставило своей целью выявление ведущих факторов, формирующих здоровье младших школьников за последние десятилетия, проведение анализа факторов риска, формирующих здоровье младших школьников в различных городах Республики Башкортостан, с оценкой степени риска негативного влияния на здоровье школьников изученных факторов.

В качестве предикторов для классификации по группам здоровья были использованы следующие переменные: город проживания; пол; класс, хронические заболевания отца, характер протекания родов, рост ребенка при рождении, срок появления молочных зубов, болезненность в первый год жизни, наличие рыбы в рационе питания, наличие яиц в рационе питания, завтрак дома перед школой, посещение кружков, санитарное состояние территории школы, водоснабжение и канализация в школе, состав и доход семьи.

Нормированные и ненормированные коэффициенты дискриминантной функции для классификации по группам здоровья приведены в таблице 3. Процент правильно классифицированных наблюдений попадания в группы составил 60,2%.

Таблица 3

Коэффициенты дискриминантной функции для классификации по группам здоровья

Table 3

Discriminant function coefficients for classification by health groups

Предиктор	Коэффициенты	
	Ненормированные	Нормированные
Пол (x_1)	-,435	-,217
Класс (x_2)	,167	,182
Хронические заболевания отца (x_3)	1,666	,493
Характер родов (x_4)	,222	,080
Рост при рождении (x_5)	-,108	-,089
Зубы (x_6)	,491	,410

Болезни на первом году жизни (x_7)	,252	,187
Рыба в рационе питания (x_8)	,355	,299
Яйца в рационе питания (x_9)	-,259	-,243
Завтрак дома перед школой (x_{10})	-,053	-,035
Кружки (x_{11})	,310	,161
Санитарное состояние территории (x_{12})	,974	,465
Водоснабжение и канализация (x_{13})	,331	,165
Состав семьи (x_{14})	-,124	-,059
Доход семьи (x_{15})	-,519	-,392
(Константа)	-5,418	

Как следует из таблицы 3, наиболее значимыми предикторами являются следующие показатели: хронические заболевания отца, санитарное состояние территории, своевременность появления зубов и доход семьи.

Для прогнозирования принадлежности наблюдения к группе здоровья удобно использовать линейные дискриминантные функции Фишера, коэффициенты к которым приведены в таблице 4.

Таблица 4

Коэффициенты линейных дискриминантных функций Фишера для классификации по группам здоровья

Table 4

Coefficients of Fisher's linear discriminant functions for classification by health groups

Предиктор	Группа здоровья	
	1 или 2	3 или 4
Пол (x_1)	8,152	7,996
Класс (x_2)	3,808	3,868
Хронические заболевания отца (x_3)	11,260	11,855
Характер родов (x_4)	8,224	8,303
Рост при рождении (x_5)	5,056	5,017
Зубы (x_6)	3,954	4,129
Болезни на первом году жизни (x_7)	3,594	3,684
Рыба в рационе питания (x_8)	4,463	4,589
Яйца в рационе питания (x_9)	2,623	2,531
Завтрак дома перед школой (x_{10})	1,798	1,779
Кружки (x_{11})	6,740	6,851
Санитарное состояние территории (x_{12})	16,236	16,583
Водоснабжение и канализация (x_{13})	,263	,381

Состав семьи (x_{14})	4,322	4,278
Доход семьи (x_{15})	1,732	1,547
(Константа)	-72,248	-75,394

Для прогнозирования принадлежности ребенка к группе физического развития нужно рассчитать две величины S_{12} и S_{34} , подставив вместо x_i значение соответствующего показателя у ребенка:

$$S_{12} = -72.248 + 8.152 \cdot x_1 + 3.808 \cdot x_2 + 11.260 \cdot x_3 + 8.224 \cdot x_4 + 5.056 \cdot x_5 + 3.954 \cdot x_6 + 3.594 \cdot x_7 + 4.463 \cdot x_8 + 2.623 \cdot x_9 + 1.798 \cdot x_{10} + 6.740 \cdot x_{11} + 16.236 \cdot x_{12} + 0.263 \cdot x_{13} + 4.322 \cdot x_{14} + 1.732 \cdot x_{15}$$

$$S_{34} = -75.394 + 7.996 \cdot x_1 + 3.868 \cdot x_2 + 11.855 \cdot x_3 + 8.303 \cdot x_4 + 5.017 \cdot x_5 + 4.129 \cdot x_6 + 3.644 \cdot x_7 + 4.589 \cdot x_8 + 2.531 \cdot x_9 + 1.779 \cdot x_{10} + 6.851 \cdot x_{11} + 16.538 \cdot x_{12} + 0.381 \cdot x_{13} + 4.278 \cdot x_{14} + 1.547 \cdot x_{15}$$

Если $S_{12} > S_{34}$, то следует прогнозировать принадлежность ребенка к 1 или 2 группе здоровья, иначе - к 3 или 4 группе здоровья.

В качестве предикторов для классификации по группам физического развития были использованы следующие переменные: уровень освещенности в учебных классах, характер вскармливания, состав семьи, курение отца, наличие мяса в питании, санитарное состояние территории школы, жилищные условия, профессиональные вредности у матери, класс.

Нормированные и ненормированные коэффициенты дискриминантной функции приведены в таблице 5. Процент правильно классифицированных наблюдений попадания в группы составил 54,2%.

Таблица 5

Коэффициенты дискриминантной функции для классификации по группам физического развития

Table 5

Coefficients of the discriminant function for classification by groups of physical development

Предиктор	Коэффициенты	
	Ненормированные	Нормированные
Освещение в школе (x_1)	,960	,457
Характер вскармливания (x_2)	-,402	-,238
Состав семьи (x_3)	,662	,304
Курение отца (x_4)	,505	,251
Мясо в рационе питания (x_5)	-,020	-,015
Санитарное состояние территории (x_6)	-,503	-,247

Жилищные условия (x_7)	,824	,504
Профессиональные вредности у матери (x_8)	-1,690	-,394
Класс (x_9)	,175	,190
(Константа)	-1,020	

Как следует из таблицы 5, наиболее значимыми предикторами являются следующие показатели: жилищные условия, освещение в школе, профессиональные вредности у матери.

Для прогнозирования принадлежности наблюдения к группе здоровья удобно использовать линейные дискриминантные функции Фишера, коэффициенты к которым приведены в таблице 6.

Таблица 6

Коэффициенты линейных дискриминантных функций Фишера для классификации по группам физического развития

Table 6

Coefficients of Fisher's linear discriminant functions for classification by groups of physical development

Предиктор	Группа физического развития	
	1	2 или 3
Освещение в школе (x_1)	6,704	6,989
Характер вскармливания (x_2)	4,371	4,252
Состав семьи (x_3)	4,906	5,103
Курение отца (x_4)	5,061	5,211
Мясо в рационе питания (x_5)	1,826	1,820
Санитарное состояние территории (x_6)	8,705	8,555
Жилищные условия (x_7)	3,591	3,835
Профессиональные вредности у матери (x_8)	19,790	19,289
Класс (x_9)	1,939	1,991
(Константа)	-43,028	-43,357

Для прогнозирования принадлежности ребенка к группе физического развития нужно рассчитать две величины F_1 и F_{23} , подставив вместо x_i значение соответствующего показателя у ребенка:

$$F_1 = -43.028 + 6.704 \cdot x_1 + 4.371 \cdot x_2 + 4.906 \cdot x_3 + 5.061 \cdot x_4 + 1.826 \cdot x_5 + 8.705 \cdot x_6 + 3.591 \cdot x_7 + 19.790 \cdot x_8 + 1.939 \cdot x_9$$

$$F_{23} = -43.357 + 6.989 \cdot x_1 + 4.252 \cdot x_2 + 5.103 \cdot x_3 + 5.211 \cdot x_4 + 1.820 \cdot x_5 + 8.555 \cdot x_6 + 3.835 \cdot x_7 + 19.289 \cdot x_8 + 1.991 \cdot x_9$$

Если $F_1 > F_{23}$, то следует прогнозировать принадлежность ребенка к 1 группе физического развития, иначе - ко 2 или 3 группе.

Заключение. Таким образом, проведенный статистический анализ позволил установить, что наиболее значимыми предикторами, на основе которых строятся прогнозные модели, для прогнозирования группы здоровья являются хронические заболевания отца, санитарное состояние территории школы, своевременность появления зубов у детей на первом году жизни и доход семьи, для прогнозирования физического развития - жилищные условия, освещение в школе, профессиональные вредности у матери. Полученные данные позволяют прогнозировать возможные нарушения в состоянии здоровья и физическом развитии детей младшего школьного возраста и своевременно корректировать управляемые факторы риска.

Список литературы:

1. *Ибрагимова Е. М.* Условия формирования здоровья подростков в образовательных учреждениях мегаполиса. Санитарный врач. 2015; 11–12: 77–80.
2. *Баранов А.А., Альбицкий В.Ю.* Состояние здоровья детей России, приоритеты его сохранения и укрепления. Казанский медицинский журнал. 2018; 4: 698–705.
3. *Буйнов Л.Г., Айзман Р.И., Герасев А.Д., Сорокина Л.А., Плахов Н.Н., Шангин А.Б.* Здоровьеформирующее образование — одна из важнейших задач современности. Гигиена и санитария. 2018;97(9):869–872.
4. Психосоматические особенности детей в медико-педагогическом мониторинге здоровьесформирующей деятельности школ. Гигиена и санитария. 2018;97(7):635–641.
5. *Валина С.Л., Штина И.Е., Ошева Л.В., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А.* Гигиеническая оценка учебного процесса в школах с различными образовательными программами. Гигиена и санитария. 2019; 98(2):166–170.
6. *Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Шишарина Н.В., Подлиняев О.Л.* Гигиеническая оценка инновационных образовательных технологий в начальной школе. Гигиена и санитария. 2019;98(3):288–293.
7. *Яманова Г.А., Антонова А.А.* Значимость факторов образовательного пространства в формировании здоровья детей. Профилактическая медицина. 2022;25(2):113–118.
8. *Милушкина О.Ю., Пивоваров Ю.П., Скоблина Н.А., Бокарева Н.А.* Ведущие факторы риска нарушения морфофункционального состояния детей и подростков. Профилактическая и клиническая медицина. 2014; 2(51): 26–31.
9. *Лучанинова В.Н., Цветкова М.М., Веремчук Л.В., Крукович Е.В., Мостовая И.Д.* Состояние здоровья детей и подростков и факторы, влияющие на его формирование. Гигиена и санитария. 2017;96(6):561–568.
10. *Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Альбицкий В.Ю., Терлецкая Р.Н.* Состояние здоровья детей современной России. М.: ПедиатрЪ. 2018: 120.
11. Köhler L. Children's health in Europe - challenges for the next decades. Health Promotion International, Volume 33, Issue 5, October 2018, Pages 912–920, <https://doi.org/10.1093/heapro/dax023//>

12. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков: популяционное и персонализированное обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия детского населения в современных условиях. Гигиена и санитария. 2019. 98(1): 61–67.
13. Resaland GK, Aadland E, Moe VF, Kolotkin RL, Anderssen SA, Andersen JR. Effects of a physical activity intervention on schoolchildren's healthrelated quality of life: The active smarter kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. Preventive Medicine Reports. 2019;13:1-4.
14. Ishihara T, Nakajima T, Yamatsu K, Okita K, Sagawa M, Morita N. Relationship of participation in specific sports to academic performance in adolescents: A 2-year longitudinal study. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2020;30(8):1471-1482.
15. Jones PR, Rajalahti T, Resaland GK, Aadland E, Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Bathen TF, Andreassen T, Kvalheim OM, Ekelund U. Crosssectional and prospective associations between aerobic fitness and lipoprotein particle profile in a cohort of Norwegian schoolchildren. Atherosclerosis. 2021;321:21-29.
16. Kliziene I, Cizauskas G, Sipaviciene S, Aleksandraviciene R, Zaicenkoviene K. Effects of a Physical Education Program on Physical Activity and Emotional Well-Being among Primary School Children. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(14):7536.
17. WHO Growth reference 5-19 years (Референсные значения показателей физического развития детей и подростков 5-19 лет). Веб-сайт Всемирной организации здравоохранения, 2018 // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/growthref/en/>
18. Румянцев А.Г., Панков Д.Д., Чечельницкая С.М., Делягин В.М., Чернов В.М., Тимакова М.В. Новые подходы к мониторингу здоровья школьников. Российский педиатрический журнал. 2004; (3): 1-6.
19. Кучма В.Р., Рапопорт И.К. Международный опыт профилактики болезней и укрепления здоровья детей и подростков в образовательных учреждениях. Российский педиатрический журнал. 2009; (2): 44-8. Azizi M. Effects of Doing Physical Exercises on Stress-Coping Strategies and the Intensity of the Stress Experienced by University Students in Zabol, Southeastern Iran. Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2011;30(4):372-375.
20. Сухарев А.Г., Каневская А.Г. Комплексная оценка условий воспитания и обучения детей и подростков в образовательном учреждении: методическое пособие. М. 2002:208.
21. Аветисян Л.Р., Кочарова С.Г. Изучение влияния повышенной учебной нагрузки на здоровье школьников. Гигиена и санитария. 2001; (6): 48-49.
22. Потупчик Т.В., Макарова М.В., Прахин Е.И., Эверт Л.С., Бакшеева С.С. Критерии оценки адаптации детей к высоким учебным нагрузкам. Гигиена и санитария. 2011; (6): 41-4.
23. Макарова М.В., Потупчик Т.В., Прахин Е.И., Эверт Л.С., Бакшеева С.С. Прогнозирование типа адаптации детей в условиях интенсификации учебного процесса. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2012; 109. (2): 46-8
24. Фефелова В.В., Овчаренко Е.С., Холмеева А.Ю., Игнатова И.А., Лунев Э.Ю. Состояние вегетативной нервной системы и метаболизма клеток иммунной системы у младших школьников при воздействии школьных информационных нагрузок. Гигиена и санитария. 2016; (2): 177-81.

References:

1. Ibragimova E. M. *Usloviya formirovaniya zdorov'ya podrostkov v obrazovatel'ny'x uchrezhdeniyax megapolisa*. [Conditions for the formation of adolescent health in educational institutions of the metropolis]. *Sanitarny'j vrach*. [Sanitary doctor]. 2015; 11–12: 77-80. (In Russ)
2. Baranov A.A., Al'bitskiy V.Yu. *Sostoyanie zdorov'ya detej Rossii, priority' ego soxraneniya i ukrepleniya*. [The health state of Russian children, priorities of its maintenance and promotion]. *Kazanskij medicinskij zhurnal*. [Kazan Medical Journal]. 2018; 4: 698–705. (In Russ)
3. Buynov L.G., Ayzman R.I., Gerasev A.D., Sorokina L.A., Plaxov N.N., Shangin A.B. *Zdorov'eformiruyushhee obrazovanie — odna iz vazhnejshix zadach sovremennosti*. [Health-forming education is one of the most important tasks of our time]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2018;97(9):869-872. (In Russ)
4. *Psixosomaticheskie osobennosti detej v mediko-pedagogicheskom monitoringe zdorov'eformiruyushhej deyatel'nosti shkol*. [Psychosomatic features of children in medico-pedagogical monitoring of healthforming activity of schools]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2018;97(7):635-641. (In Russ)
5. Valina S.L., Shtina I.E., Osheva L.V., Ustinova O.Yu., Eysfeld D.A. *Gigienicheskaya ocenka uchebnogo processa v shkolax s razlichny'mi obrazovatel'ny'mi programmami*. [Hygienic assessment of educational process in schools with different educational programs]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2019; 98(2):166-170. (In Russ)
6. Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Shisharina N.V., Podlinyaev O.L. *Gigienicheskaya ocenka innovacionny'x obrazovatel'ny'x texnologij v nachal'noj shkole*. [Hygienic assessment of innovative educational technologies in a cheeky school]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2019;98(3):288-293. (In Russ)
7. Yamanova G.A., Antonova A.A. *Znachimost' faktorov obrazovatel'nogo prostranstva v formirovanii zdorov'ya detej*. [The importance of the factors of the educational space in the formation of children's health]. *Profilakticheskaya medicina*. [Preventive medicine]. 2022;25(2):113-118. (In Russ)
8. Milushkina O.Yu., Pivovarov Yu.P., Skoblina N.A., Bokareva N.A. *Vedushhie faktory' riska narusheniya morfofunkcional'nogo sostoyaniya detej i podrostkov*. [Leading risk factors for disorders of the morphofunctional state of children and adolescents]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina*. [Preventive and clinical medicine]. 2014; 2(51): 26–31. (In Russ)
9. Luchaninova V.N., Czvetkova M.M., Veremchuk L.V., Krukovich E.V., Mostovaya I.D. *Sostoyanie zdorov'ya detej i podrostkov i faktory', vliyayushhie na ego formirovanie*. [The state of health of children and adolescents and factors influencing its formation] .*Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2017;96(6):561-568. (In Russ)
10. Baranov A.A., Namazova-Baranova L.S., Al'biczkij V.Yu., Terleczkaya R.N. *Sostoyanie zdorov'ya detej sovremennoj Rossii*. [The state of health of children in modern Russia]. M.: *Pediatr'* [Pediatrician]. 2018: 120. (In Russ)
11. Köhler L. Children's health in Europe - challenges for the next decades. *Health Promotion International*, Volume 33, Issue 5, October 2018, Pages 912–920, <https://doi.org/10.1093/heapro/dax023//>

12. Kuchma V.R. *Gigiena detej i podrostkov: populyacionnoe i personalizirovannoe obespechenie sanitarno-e`pidemiologicheskogo blagopoluchiya detskogo naseleniya v sovremenny`x usloviyax*. [Hygiene of children and adolescents: population and personalized provision of sanitary and epidemiological welfare of the child population in modern conditions]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2019. 98(1): 61–67. (In Russ)
13. Resaland GK, Aadland E, Moe VF, Kolotkin RL, Anderssen SA, Andersen JR. Effects of a physical activity intervention on schoolchildren's healthrelated quality of life: The active smarter kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. *Preventive Medicine Reports*. 2019;13:1-4.
14. Ishihara T, Nakajima T, Yamatsu K, Okita K, Sagawa M, Morita N. Relationship of participation in specific sports to academic performance in adolescents: A 2-year longitudinal study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2020;30(8):1471-1482.
15. Jones PR, Rajalahti T, Resaland GK, Aadland E, Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Bathen TF, Andreassen T, Kvalheim OM, Ekelund U. Crosssectional and prospective associations between aerobic fitness and lipoprotein particle profile in a cohort of Norwegian schoolchildren. *Atherosclerosis*. 2021;321:21-29.
16. Kliziene I, Cizauskas G, Sipaviciene S, Aleksandraviciene R, Zaicenkoviene K. Effects of a Physical Education Program on Physical Activity and Emotional Well-Being among Primary School Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(14):7536.
17. WHO Growth reference 5-19 years (Referensny`e znacheniya pokazatelej fizicheskogo razvitiya detej i podrostkov 5-19 let). Veb-sajt Vsemirnoj organizacii zdravooxraneniya, 2018 // [E`lektronny`j resurs]. URL: <http://www.who.int/growthref/en/>
18. Rumyantsev A.G., Pankov D.D., Chechel`niczkaya S.M., Delyagin V.M., Chernov V.M., Timakova M.V. *Novy`e podxody` k monitoringu zdorov`ya shkol`nikov*. Rossijskij pediatricheskij zhurnal. [New approaches to monitoring the health of schoolchildren]. *Rossiiskiy pediatricheskij zhurnal*. [Russian pediatric journal]. 2004; (3): 1-6. (In Russ)
19. Kuchma V.R., Rapoport I.K. *Mezhdunarodny`j opy`t profilaktiki boleznej i ukrepleniya zdorov`ya detej i podrostkov v obrazovatel`ny`x uchrezhdeniyax*. *Rossijskij pediatricheskij zhurnal*. 2009; (2): 44-8. Azizi M. Effects of Doing Physical Exercises on Stress-Coping Strategies and the Intensity of the Stress Experienced by University Students in Zabol, Southeastern Iran. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2011;30(4):372-375. (In Russ)
20. Sukharev A.G., Kanevskaya A.G. *Kompleksnaya ocenka uslovij vospitaniya i obucheniya detej i podrostkov v obrazovatel`nom uchrezhdenii: metodicheskoe posobie*. [A comprehensive assessment of the conditions for the upbringing and education of children and adolescents in an educational institution: a methodological guide]. M. 2002:208. (In Russ)
21. Avetisyan L.R. Kocharova S.G. *Izuchenie vliyaniya povы`shennoj uchebnoj nagruzki na zdorov`e shkol`nikov*. [Study of the influence of increased study load on the health of schoolchildren]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2001; (6): 48-49. (In Russ)
22. Potupchik T.V., Makarova M.V., Praxin E.I., E`vert L.S., Baksheeva S.S. *Kriterii ocenki adaptacii detej k vy`sokim uchebny`m nagruzkam*. [Criteria for assessing the adaptation of children to high academic loads]. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2011; (6): 41-4. (In Russ)

23. Makarova M.V., Potupchik T.V., Praxin E.I., E`vert L.S., Baksheeva S.S. *Prognozirovanie tipa adaptacii detej v usloviyax intensivifikacii uchebnogo processa*. [Predicting the type of adaptation of children in the context of the intensification of the educational process] .Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk).{Siberian medical journal}. Irkutsk. 2012; 109. (2): 46-8 (In Russ)
24. Fefelova V.V., Ovcharenko E.S., Xolomeeva A.Yu., Ignatova I.A., Lunev E`.Yu. *Sostoyanie vegetativnoj nervnoj sistemy` i metabolizma kletok immunnoj sistemy` u mladshix shkol`nikov pri vozdeystvii shkol`ny`x informacionny`x nagruzok*. [The state of the autonomic nervous system and the metabolism of cells of the immune system in younger schoolchildren under the influence of school information loads] .Gigiena i sanitariya. [Hygiene and sanitation]. 2016; (2): 177-81. (In Russ)

Поступила/Received: 19.04.2023

Принята в печать/Accepted: 10.08.2023

УДК 371.7-053.67

**АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
У ЮНОШЕЙ ПРИЗЫВНОГО ВОЗРАСТА С РАЗЛИЧНЫМИ
СОМАТОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ**

**Ефимова Н.В.¹, Мыльникова И.В.¹, Богданова О.Г.¹, Боева А.В.¹, Никифорова В.А.²,
Апханова Н.С.³**

¹ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск,
Россия

²ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», Братск, Россия

³ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, Иркутск, Россия

Здоровье юношей призывного возраста не только составляет основу социально-трудового и медико-биологического потенциала страны, но и определяет ее обороноспособность. Заслуживает внимания исследование соматометрических показателей, позволяющих осуществить неинвазивную диагностику соматического здоровья и оценку адаптивных возможностей у юношей призывного возраста.

Цель исследования – изучить адаптивные возможности юношей призывного возраста с учетом особенностей соматометрических показателей.

Материал и методы. Исследованы соматометрические показатели (длина и масса тела) у 152 юношей призывного возраста ($17,8 \pm 0,1$ лет), обучающихся в общеобразовательных организациях, учреждениях среднего и высшего профессионального образования. В результате двойной кластеризации выделены 4 кластера, отличающихся по основным показателям физического развития. Оценка адаптивных возможностей проведена по методу Р.М. Баевского с учетом гармоничности физического развития.

Результаты. Применение кластерного анализа позволило объединить обследованных юношей в 4 кластера с близкими по значениям соматометрическими признаками. Каждый кластер представлен юношами с гармоничным и дисгармоничным физическим развитием. Выявлены особенности соматометрических показателей юношей с дисгармоничным физическим развитием в кластерах. В 1-м и 2-м кластере дисгармоничное физическое развитие представлено избыточной массой тела. В 3-м кластере дисгармоничное физическое развитие характеризуется высоким ростом в сочетании со средней и низкой массой тела. Дисгармоничность физического развития юношей 4-го кластера заключается в сочетании средней длины тела с низкой массой тела. Установлено, что среди юношей с гармоничным физическим развитием выше удельный вес напряжения механизмов адаптации.

Заключение. Выявленные особенности адаптационного потенциала у лиц с различными типами соматометрии позволяют корректировать направления профилактических и реабилитационных мероприятий в отношении юношей призывного возраста.

Ключевые слова: юноши призывного возраста, адаптивные возможности, гармоничность физического развития, соматометрические показатели.

Для цитирования: Ефимова Н.В., Мыльникова И.В., Богданова О.Г., Боева А.В., Никифорова В.А., Апханова Н.С. Адаптивные возможности у юношей призывного возраста с различными соматометрическими показателями. Медицина труда и экология человека. 2023;172-182.

Для корреспонденции: Мыльникова Инна Владимировна, д.м.н., доцент, ФГБНУ ВСИМЭИ, с.н.с. лаборатории эколого-гигиенических исследований, e-mail: inna.mylnikova.phd.ms@gmail.com.

Финансирование: работа выполнена в рамках средств, выделяемых для выполнения государственного задания ФГБНУ ВСИМЭИ.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10313>

ADAPTIVE POSSIBILITIES IN DRAFT AGE BUT WITH DIFFERENT SOMATOMETRIC INDICATORS

Efimova N.V.¹, Mylnikova I.V.¹, Bogdanova O.G.¹, Boeva A.V.¹, Nikiforova V.A.², Arkhanova N.S.³

¹East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, Russia ²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bratsk State University, Bratsk, Russia

³Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Irkutsk State Medical University" of the Russian Health Ministry, Irkutsk, Russia

The aim of the study is to identify the typological features of the physical development of young men of draft age with different adaptive capabilities, using a cluster analysis of the main somatometric indicators.

Material and methods. Somatometric indicators (length and body weight) were studied in 152 young men of draft age (17.8 ± 0.1 years) studying in general educational institutions, institutions of secondary and higher professional education. As a result of double clustering, 4 types of physical development were identified. The assessment of adaptive capabilities was carried out taking into account the harmony of physical development according to the method of R.M. Bayevsky.

Results. The use of cluster analysis made it possible to unite the surveyed young men into 4 clusters with similar somatometric signs. Each cluster is represented by young men with harmonious and disharmonious physical development. The features of somatometric indicators of young men with disharmonious physical development in clusters were revealed. In the 1 and 2 clusters, disharmonious physical development is represented by overweight. In the third cluster, disharmonious physical development is characterized by high growth combined with medium and low body weight. The disharmony of the physical development of young men of the fourth cluster lies in the combination of average body length with low body weight. It has been established that among young men with harmonious physical development, the proportion of tension of adaptation mechanisms is higher.

Conclusion. The identified features of the adaptive potential in individuals with different types of somatometry allow us to adjust the directions of preventive and rehabilitation measures for young men of military age.

Key words: draft-age youths, adaptive capabilities, harmony of physical development, body length and weight, somatometric indicators.

For citation: Efimova N.V., Mylnikova I.V., Bogdanova O.G., Boeva A.V., Nikiforova V.A., Arkhanova N.S. Adaptive possibilities in draft age men with different somatometric indicators. *Occupational health and human ecology*. 2023;172-182.

For correspondence: Inna V. Mylnikova, DSc. (Medicine) associate professor, senior researcher at the laboratory of ecologico-hyeginic studies, e-mail: inna.mylnikova.phd.ms@gmail.com

Financing. The study had no financial support.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10313>

Введение. Состояние здоровья, физическая подготовленность юношей непосредственно связаны с боеготовностью российской армии и обороноспособностью России [1]. Важно отметить, что в последние десятилетия наблюдается стагнация показателей заболеваемости подростков на достаточно высоком уровне. Многочисленные исследования состояния здоровья детей в период обучения в школе свидетельствуют о снижении удельного веса лиц I-II групп здоровья, увеличении частоты функциональных нарушений, острой и хронической заболеваемости обучающихся [2, 3]. Отдельного внимания заслуживают близорукость, нарушения осанки, заболевания дыхательной, нервной и сердечно-сосудистой систем [3, 4]. В то же время последовательное реформирование военной организации государства и вооруженных сил сопровождается повышением сложности и напряженности труда военнослужащих, что предъявляет к состоянию здоровья будущих призывников высокие требования [5].

В сложившихся условиях важное медико-профилактическое значение имеет осуществление оперативного скрининга по выявлению донозологических изменений у юношей призывного возраста. К наиболее высокоинформативным, неинвазивным, доступным, малозатратным способам первичной профилактики относится диагностика соматического здоровья по соматометрическим показателям [6]. Оценка массы тела позволяет обнаруживать избыточную массу тела и ожирение, гипотрофию [7, 8]. Отклонения в физическом развитии общепризнанно относятся к маркерам нарушений состояния здоровья и, следовательно, предполагается, что лица с гармоничным физическим развитием имеют оптимальные адаптивные возможности. Традиционно оценка физического развития в детском и юношеском возрасте осуществляется с использованием региональных нормативов, норм физического развития (массы и длины тела, индекса массы тела), разработанных специалистами ВОЗ. Вместе с тем использование многомерного кластерного анализа дает возможность объединять однородные по ряду признаков совокупности для выявления особенностей каждого кластера. Учитывая важность своевременного выявления лиц с возможными нарушениями здоровья, представляет интерес оценка адаптивных возможностей, гармоничности физического развития у юношей призывного возраста со сходными соматометрическими показателями.

Цель исследования – изучить адаптивные возможности юношей призывного возраста с учетом особенностей соматометрических показателей.

Материалы и методы. В краткосрочном эмпирическом поперечном исследовании поискового характера принял участие 161 юноша, обучающийся в общеобразовательных организациях, учреждениях среднего и высшего профессионального образования промышленных городов Иркутской области. Средний возраст обследованных составил $17,8 \pm 0,1$ лет. Критерии включения в группу обследования: возраст 17-18 лет; отсутствие острых и хронических заболеваний на момент осмотра; средний уровень физической

активности (без занятий в спортивных секциях и тренажерных залах); наличие информированного согласия. При оценке полученных результатов исключены юноши с неполными данными (n=9).

Соматометрическое исследование включало определение длины и массы тела с использованием унифицированной методики Арон-Ставицкой (1959). Гармоничность физического развития определяли центильным методом в соответствии с МР «Региональные показатели физического развития, функционального состояния и адаптивных возможностей кардиореспираторной системы детей и подростков Иркутской области» (Ангарск, 2016). Индекс массы тела (ИМТ) рассчитан как отношение массы тела в кг к квадрату длины тела в метрах. Оценка значения ИМТ проведена согласно классификации ВОЗ.

Для определения адаптивных возможностей юношей использована формула адаптационного потенциала Р.М. Баевского:

$$\text{АП} = (0,011 * \text{ЧСС}) + (0,014 * \text{САД}) + (0,008 * \text{ДАД}) + (0,014 * \text{В}) + (0,009 * \text{МТ}) - (0,009 * \text{ДТ}) - 0,27,$$

где АП – адаптационный потенциал, у.е.,

ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин,

САД – систолическое артериальное давление, мм рт.ст.,

ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.,

В – возраст, лет,

МТ – масса тела, кг,

ДТ – длина тела, см.

Значения адаптивных возможностей оценивали в соответствии с общепринятой классификацией для детей и подростков: АП < 2,10 – удовлетворительная адаптация (оптимальные функциональные возможности системы кровообращения); АП – 2,11 – 3,2 – функциональное напряжение механизмов адаптации; АП – 3,21 – 4,3 – неудовлетворительная адаптация; АП > 4,31 – снижение функциональных возможностей системы кровообращения с проявлениями срыва механизмов адаптации [9].

Кардиоритмологические показатели (ЧСС, САД, ДАД) для расчета АП определяли с помощью автоматического тонометра «Omron» MX3 Plus (Япония). Измерение проводили трехкратно, для исследования использовали средние значения показателей.

Статистическая обработка материалов исследования проведена с использованием программы STATISTICA, версия 10.0 для MS Windows. Предварительно проведена проверка на нормальность распределения по критерию Колмогорова – Смирнова, уровень значимости $p < 0,05$. Результаты исследования представлены в виде среднего арифметического (M), стандартной ошибки среднего (m), стандартного отклонения (σ), минимума (Min) и максимума (Max). Значимость различий между показателями в кластерах, а также у юношей с гармоничным и дисгармоничным физическим развитием оценивали по T-test for Independent Samples ($p < 0,05$). Выявление юношей, имеющих совокупность сходных показателей соматического здоровья, проведено последовательно с применением двойной кластеризации. Количество кластеров установлено с помощью иерархического кластерного анализа параметров длины и массы тела методом Ward's method. Далее с помощью кластерного анализа по методу k-means сформированы кластеры, объединившие юношей с максимальным коэффициентом сходства анализируемых показателей.

Результаты. Для определения оптимального количества кластеров проведен иерархический кластерный анализ, визуально изучена вертикальная дендрограмма.

Установлено, что наиболее вероятное число кластеров – 4. Для формирования кластеров, максимально различающихся между собой, использован итеративный метод кластерного анализа k-means. В таблице 1 представлены статистические характеристики основных соматометрических показателей, индекса массы тела, адаптационного потенциала у обследованных юношей различных кластеров. Статистическая значимость различий между показателями длины и массы тела, ИМТ, АП в кластерах подтверждает корректное объединение юношей.

Таблица 1
Статистические характеристики сформированных кластеров

Table 1

Statistical characteristics of the formed clusters

Показатели	Длина тела, см	Масса тела, кг	ИМТ, у.е.	АП, у.е.
Кластер 1 (n=36)				
М (среднее)	180	80,8	24,9	2,2
m (стандартная ошибка среднего)	0,7	0,8	0,3	0,05
σ (стандартное отклонение)	3,4	3,6	1,5	0,2
Min (минимум)	172	75	22,2	1,9
Max (максимум)	180	90	27,5	2,5
Кластер 2 (n=38)				
М	174,6	70,2	23	2,1
m	0,4	0,6	0,2	0,03
σ	2,4	3,4	1,1	0,2
Min	170	65	21,5	1,8
Max	174,6	78	26,7	2,4
Кластер 3 (n=43)				
М	184,7	68,2	19,9	2
m	0,6	0,5	0,2	0,04
σ	3,8	3,2	1,3	0,2
Min	180	61	17,1	1,7
Max	184,6	74	22,1	2,2
Кластер 4 (n=35)				
М	178,1	60,5	19	1,9
m	0,5	0,4	0,2	0,1
σ	2,7	2,3	0,9	0,2
Min	173	56	17,3	1,5
Max	178,1	65	20,9	2,3
Статистическая значимость различий между средними значениями показателей в кластерах	1-2 p=0,000 1-3 p=0,000 1-4 p=0,046 2-3 p=0,000 2-4 p=0,000 3-4 p=0,000	1-2 p=0,000 1-3 p=0,000 1-4 p=0,000 2-3 p=0,021 2-4 p=0,000 3-4 p=0,000	1-2 p=0,000 1-3 p=0,000 1-4 p=0,000 2-3 p=0,000 2-4 p=0,000 3-4 p=0,009	1-2 p=0,059 1-3 p=0,018 1-4 p=0,009 2-3 p=0,434 2-4 p=0,098 3-4 p=0,833

При оценке индивидуальных соматометрических параметров обследованных юношей разделили на лиц с гармоничным и дисгармоничным физическим развитием. Отмечено, что удельный вес юношей с гармоничным физическим развитием составил $67,8 \pm 3,8\%$ (из них в кластерах 1 и 2 – $25,2 \pm 4,3$ и $26,2 \pm 4,3\%$ соответственно, в кластере 3 – $28,1 \pm 4,4\%$, кластере 4 – $20,5 \pm 3,9\%$). Удельный вес юношей с дисгармоничным физическим развитием составил $32,2 \pm 3,8\%$ (из них в кластерах 1 и 2 – $20,4 \pm 5,7$ и $22,4 \pm 5,9\%$ соответственно, в кластерах 3 и 4 – по $28,6 \pm 6,4\%$). Дальнейшая статистическая обработка данных проведена с учетом принадлежности к кластеру и варианту гармоничности физического развития (табл. 2).

Таблица 2

Соматометрические показатели в кластерах у юношей с гармоничным и дисгармоничным физическим развитием ($M \pm \sigma$)

Table 2

Somatometric indicators in clusters in young men with harmonious and disharmonious physical development ($M \pm \sigma$)

Показатели	Гармоничность	Длина тела, см	Масса тела, кг	ИМТ, у.е.
Кластер 1	Г (n=26)	г-д p=0,046 181,3±3,3	г-д p=0,002 78,9±2,8	г-д p=0,000 23,6±0,8
	Д (n=10)	178,3±3	83,4±2,9	26,2±0,8
Кластер 2	Г (n=27)	г-д p=0,000 174,8±2,5	г-д p=0,000 69,4±2,8	г-д p=0,000 22,3±0,5
	Д (n=11)	183,1±7,8	87±9,6	24,4±0,9
Кластер 3	Г (n=29)	г-д p=0,000 182,2±2	г-д p=0,405 67,8±2,6	г-д p=0,000 20,7±0,9
	Д (n=14)	188,9±1,7	68,8±4,1	18,7±1,1
Кластер 4	Г (n=21)	г-д p=0,000 176,7±2	г-д p=0,000 61,9±2,2	г-д p=0,000 20,3±0,5
	Д (n=14)	180,8±1,9	58,7±2,6	17,8±0,2
Статистическая значимость различий между показателями в кластерах	Г	1-2 p=0,000	1-2 p=0,000	1-2 p=0,000
		1-3 p=0,365	1-3 p=0,000	1-3 p=0,000
		1-4 p=0,000	1-4 p=0,000	1-4 p=0,000
		2-3 p=0,000	2-3 p=0,058	2-3 p=0,000
		2-4 p=0,028	2-4 p=0,000	2-4 p=0,000
		3-4 p=0,000	3-4 p=0,000	3-4 p=0,087
	Д	1-2 p=0,000	1-2 p=0,294	1-2 p=0,505
		1-3 p=0,365	1-3 p=0,000	1-3 p=0,000
		1-4 p=0,000	1-4 p=0,000	1-4 p=0,000
		2-3 p=0,000	2-3 p=0,000	2-3 p=0,000
		2-4 p=0,028	2-4 p=0,000	2-4 p=0,000
		3-4 p=0,000	3-4 p=0,000	3-4 p=0,192

Представляет интерес распределение вариантов адаптивных возможностей с учетом гармоничности физического развития юношей. Среднее значение АП в *кластере 1* составляет у юношей с ГФР $2\pm 0,1$ у.е., у юношей с ДФР – $2,2\pm 0,1$ у.е. ($p=0,043$). В *кластере 2* величина АП у юношей с ГФР равна $1,9\pm 0,1$ у.е., у юношей с ДФР – $2,3\pm 0,1$ у.е. ($p=0,001$). Среднее значение АП у юношей с ГФР из *кластера 3* составило $1,9\pm 0,2$ у.е., у юношей с ДФР – $2,1\pm 0,1$ у.е. ($p=0,022$). В *кластере 4* значение АП составило у юношей с ГФР $1,9\pm 0,1$ у.е., у юношей с ДФР – $2,1\pm 0,1$ у.е. ($p=0,105$).

Распределение юношей с гармоничным и дисгармоничным физическим развитием с учетом показателя АП представлено в таблице 3. При этом среди юношей с ГФР удельный вес лиц с удовлетворительной адаптацией больше, чем с напряжением механизмов адаптации: в *кластере 1* – в 1,6 раза; *кластере 2* – в 2,4 раза; *кластере 3* – в 2,2 раза; *кластере 4* – в 3,2 раза. Тогда как среди юношей с ДФР удельный вес лиц с удовлетворительной адаптацией меньше, чем с напряжением механизмов адаптации: в *кластере 1* – в 2,3 раза; *кластере 2* – в 4,5 раза; *кластере 3* – в 1,3 раза. В *кластере 4* у юношей с ДФР выявлено соотношение удовлетворительной адаптации и напряжения механизмов адаптации 1:1.

Таблица 3

Распределение юношей по значению адаптационного потенциала

Table 3

Distribution of young men according to the value of adaptive potential

Кластер	Гармоничность	Удовлетворительная адаптация		Напряжение механизмов адаптации		Статистическая значимость различий между показателями в кластерах
		Абс.ч.	$P\pm p$	Абс.ч.	$P\pm p$	
Кластер 1	Г	16	$61,5\pm 9,5$	10	$38,5\pm 9,5$	$\chi^2=4,57, p=0,033$
	Д	3	$30\pm 14,5$	7	$70\pm 14,5$	
Кластер 2	Г	19	$70,4\pm 8,8$	8	$29,6\pm 8,8$	$\chi^2=8,61, p=0,004$
	Д	2	$18,2\pm 7,4$	9	$81,8\pm 7,4$	
Кластер 3	Г	20	$68,9\pm 8,6$	9	$31,1\pm 8,6$	$\chi^2=4,28, p=0,039$
	Д	6	$42,8\pm 13,2$	8	$57,2\pm 13,2$	
Кластер 4	Г	16	$76,2\pm 9,3$	5	$23,8\pm 9,3$	$\chi^2=2,55, p=0,011$

	Д	7	50±13,4	7	50±13,4	
--	---	---	---------	---	---------	--

Примечание. Статистическая значимость различий между вариантами адаптации: у всех юношей с ГФР и ДФР – $\chi^2=10,2$, $p=0,001$; у юношей с ГФР в кластерах – $\chi^2=1,34$, $p=0,718$; у юношей с ДФР – $\chi^2=3,11$, $p=0,375$.

Note. Statistical significance of differences between adaptation options: in all young men with HFR and DFR - $\chi^2=10.2$, $p=0.001$; in young men with HFR in clusters - $\chi^2=1.34$, $p=0.718$; in boys with DFR - $\chi^2=3.11$, $p=0.375$.

Кластер 1 объединил юношей с ДФР, отличающихся средней и выше средней ДТ и избыточной МТ. У 47,2±8,3% юношей кластера 1 АП характеризуется напряжением. Дисгармоничное физическое развитие у юношей *кластера 2* также представлено лицами со средней длиной тела и избыточной МТ. У 44,7±8,1% юношей кластера 2 отмечено напряжение механизмов адаптации. Отклонения физического развития у юношей *кластера 3* с напряжением механизмов адаптации заключаются в сочетаниях высокого роста со средней или низкой МТ. В 39,5±7,4% случаев у представителей кластера 3 определено напряжение адаптационных процессов. Дисгармоничное физическое развитие в *кластере 4* представляет собой сочетание средней ДТ с низкой МТ. Среди представителей кластера 4 у 34,2±8% юношей выявлено напряжение механизмов адаптации.

Обсуждение. Проведенное исследование показало, что совокупности юношей призывного возраста, объединенные по однородным значениям соматометрических показателей, представлены в каждом кластере лицами с гармоничным и дисгармоничным физическим развитием. Отдельного внимания заслуживает тот факт, что среди юношей с гармоничным физическим развитием выявлены лица с напряжением механизмов адаптации. С одной стороны, данное обстоятельство может быть признаком ранних нарушений в деятельности, прежде всего, болезней системы кровообращения или избыточной физической, интеллектуальной, психологической нагрузки.

Среди вариантов дисгармоничного физического развития у юношей призывного возраста выявлены сочетания: средней длины тела с избыточной массой тела или ее дефицитом; высокого роста со средней или низкой МТ. Нужно отметить то, что полученные в наших исследованиях результаты не совпадают с данными авторов, проводивших исследования в различных регионах страны. Установленный в проведенном исследовании удельный вес юношей с ДФР (32,2±3,8 %) в 1,7 раза больше, чем у юношей-призывников Алтайского края [10]. Положительным моментом является отсутствие среди обследованных нами юношей лиц с ожирением I и II степени, в отличие от юношей Алтайского края (1,6% и 0,8% соответственно). У юношей призывного возраста г.Магадан дисгармоничное физическое развитие проявляется только избыточной массой тела (13%) и совпадает с удельным весом, определенным нами (15%) [11]. У дисгармонично развитых юношей отмечено напряжение механизмов адаптации, при избыточной массе тела – у 70±14,5%, при дефиците массы тела – у 53,5±12,8%.

Юноши с избыточной массой тела нуждаются в дополнительных специальных консультациях эндокринолога для выявления нарушений здоровья. Для оптимизации ИМТ у

лиц с дефицитом массы тела целесообразна консультация диетолога для коррекции индивидуального питания с учетом соматотипа юношей.

Использование кластерного анализа индивидуальных соматометрических показателей позволяет выявлять лиц со сходными характеристиками физического развития. При этом важно отметить, что кластерный анализ не исключает традиционных методов оценки физического развития и является только дополнительным статистическим инструментом для определения направлений диагностических мероприятий.

Ограничение использования результатов исследования может быть связано с недостаточной численностью обследованных юношей. Кроме того, наши предположения требуют проведения более широкого спектра исследований, возможно, с привлечением высокотехнологичных, в том числе психофизиологических, методов диагностики. Их применение позволяет оценивать психофизиологические параметры функционального состояния центральной нервной системы.

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о том, что физическое развитие юношей призывного возраста представлено различными типологическими сочетаниями соматометрических показателей. Полученные данные указывают на значительное преобладание лиц с напряжением механизмов адаптации у юношей с дисгармоничным физическим развитием, особенно у лиц с избыточной массой тела. Установление типологических особенностей важно проводить на допризывном этапе мониторинга здоровья юношей для своевременного проведения коррекционных мероприятий.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости специальных исследований для уточнения отклонений в состоянии здоровья у юношей, имеющих сочетание гармоничного физического развития и напряженности адаптивных возможностей.

Список литературы:

1. Указ Президента РФ от 02.07.2021 N 400 О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации. <https://sudact.ru/law/ukaz-prezidenta-rf-ot-02072021-n-400/> (ссылка от 22.03.2023)
2. Попов В.И., Настаушева Т.Л., Жданова О.А. Состояние здоровья и физическая активность детей в период обучения в школе. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021; 3(65) : 238-244.
3. Сетко И.М., Сетко Н.П. Современные проблемы состояния здоровья школьников в условиях комплексного влияния факторов среды обитания. *Оренбургский медицинский вестник*. 2018; 2 (22) : 4-13.
4. Баранов А.А., Альбицкий В.Ю. Состояние здоровья детей России, приоритеты его сохранения и укрепления. *Казанский мед. ж.* 2018; 99 (4): 698–705. DOI: 10.17816/KMJ2018-698.
5. Калинин М.А. Удовлетворенность содержанием и условиями труда военнослужащих в современных условиях. *Вестник науки*. 2019; 1, 2 (11) : 45-52.
6. Грицинская В.Л., Новикова В.П. Тенденции региональных показателей физического развития школьников Санкт-Петербурга. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2019; 1(70): 17-21.

7. Кучма В.Р., Милушкина О.Ю., Скоблина Н.А. Морфофункциональное развитие современных школьников. Москва: Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа"; 2018.
8. Левушкин С.П., Жуков О.Ф., Скоблина Н.А., Скоблина Е.В. Индекс массы тела у российских школьников во втором десятилетии XXI века. Российский вестник гигиены. 2022; 1: 10-14. DOI: 10.24075/rbh.2022.036
9. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 236 с.
10. Бородина Г.Н., Мершалова А.А., Субботин Е.А., Требушинина Т.Г., Федина И.Ю. Оценка физического развития юношей-призывников Алтайского края. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2021 ; 1 (77) : 66-69.
11. Аверьянова И.В., Зайцева Н.В. Региональные особенности морфофизиологических характеристик и физической подготовленности студентов Северо-Восточного государственного университета. Человек. Спорт. Медицина. 2018 ; 3(18) : 60-68.

References:

1. Ukaz Prezidenta RF ot 02.07.2021 N 400 O Strategii nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. [Decree of the President of the Russian Federation of July 2, 2021 N 400 On the National Security Strategy of the Russian Federation] .<https://sudact.ru/law/ukaz-prezidenta-rf-ot-02072021-n-400/> (link from 03/22/2023) (In Russ)
2. Popov V.I., Nastausheva T.L., Zhdanova O.A. *Sostoyanie zdorov'ya i fizicheskaya aktivnost' detej v period obucheniya v shkole* [The state of health and physical activity of children during the period of schooling]. *Zdravookhranenie Rossijskoj Federatsii* [Health care of the Russian Federation]. 2021; 3(65): 238-244. (In Russ)
3. Setko I.M., Setko N.P. *Sovremennye problemy sostojaniya zdorov'ja shkol'nikov v uslovijah kompleksnogo vlijaniya faktorov sredi obitaniya* [Modern problems of the state of health of schoolchildren under the complex influence of environmental factors]. *Orenburgskij medicinskij vestnik* [Orenburg medical bulletin]. 2018; 2 (22): 4-13. (In Russ)
4. Baranov A.A., Albitsky V.Yu. *Sostojanie zdorov'ja detej Rossii, prioritety ego sohraneniya i ukrepleniya* [The state of health of children in Russia, the priorities of its preservation and strengthening]. *Kazanskij medicinskij zhurnal* [Kazan Medical Journal]. 2018; 99(4): 698–705. DOI: 10.17816/KMJ2018-698. (In Russ)
5. Kalinin M.A. *Udovletvorennost' soderzhaniem i uslovijami truda voennosluzhashhih v sovremennyh uslovijah* [Satisfaction with the content and working conditions of military personnel in modern conditions]. *Vestnik nauki* [Bulletin of science]. 2019; 1, 2 (11): 45-52. (In Russ)
6. Gritsinskaya V.L., Novikova V.P. *Tendencii regional'nyh pokazatelej fizicheskogo razvitija shkol'nikov Sankt-Peterburga* [Trends in regional indicators of the physical development of schoolchildren in St. Petersburg]. *Profilakticheskaja i klinicheskaja medicina* [Preventive and clinical medicine]. 2019; 1(70): 17-21. (In Russ)
7. Kuchma V.R., Milushkina O.Yu., Skoblina N.A. *Morfofunkcional'noe razvitie sovremennyh shkol'nikov* [Morphofunctional development of modern schoolchildren]. Moscow: Publishing group "GEOTAR-Media"; 2018. (In Russ)
8. Levushkin S.P., Zhukov O.F., Skoblina N.A., Skoblina E.V. *Indeks massy tela u rossijskih shkol'nikov vo vtorom desjatiletii XXI veka* [Body mass index in Russian schoolchildren in the

- second decade of the XXI century]. *Rossijskij vestnik gigienny* [Russian Bulletin of Hygiene]. 2022; 1:10-14. DOI: 10.24075/rbh.2022.036 (In Russ)
9. Baevsky R.M., Berseneva A.P. *Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej organizma i riska razvitija zabolevanij* [Assessment of the adaptive capacity of the body and the risk of developing diseases]. Moscow: Medicine, 1997. 236 p. (In Russ)
 10. Borodina G.N., Mershalova A.A., Subbotin E.A., Trebushinina T.G., Fedina I.Yu. *Ocenka fizicheskogo razvitija junoshej-prizyvnikov Altajskogo kraja* [Assessment of the physical development of young conscripts in the Altai Territory]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta* [Bulletin of the Volgograd State Medical University]. 2021; 1 (77): 66-69. (In Russ)
 11. Averyanova I.V., Zaitseva N.V. *Regional'nye osobennosti morfofiziologicheskikh harakteristik i fizicheskoy podgotovlennosti studentov Severo-Vostochnogo gosudarstvennogo universiteta* [Regional features of morphophysiological characteristics and physical readiness of students of the North-Eastern State University]. *Chelovek. Sport. Medicina* [Human. Sport. Medicine]. 2018; 3(18): 60-68. (In Russ)

Поступила/Received: 31.03.2023

Принята в печать/Accepted: 26.06.2023

УДК 613.6.02:613.25:612.064

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ В АРКТИКЕ НА
D-ВИТАМИННУЮ И ФОСФОР-КАЛЬЦИЙ-МАГНИЕВУЮ
НАСЫЩЕННОСТИ ОРГАНИЗМА РАБОТАЮЩИХ**

**Рахманов Р.С.¹, Нарутдинов Д.А.², Богомолова Е.С.¹, Разгулин С.А.¹, Непряхин Д.В.¹,
Зайцев Л.Л.³**

¹ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава
России, Нижний Новгород, Россия

²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф.
В.Ф.Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, Россия

³ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Краснодар, Россия

Климатические условия Арктики являются факторами риска развития D-витаминовой недостаточности; она тесно связана с фосфорно-кальциевым и магниевым обменом организма. Цель – оценить показатели D-витаминовой и связанной с ней минеральной насыщенности организма лиц различных стажевых групп, работающих в Арктике. Исследование провели в июле за чертой 73⁰ с.ш. среди двух когорт работающих, разделенных по принципу стажевых групп: до 5 лет (n=21), до 10 лет (n=30). Критерием насыщенности организма витамином был продукт его промежуточного превращения - 25-ОН D. Определяли кальций ионизированный и общий, фосфор неорганический и магний. Стаж работ в Арктике 4,1±0,2 и 7,1±0,2 года соответственно (p=0,001). Установлена связь между D-витаминовой насыщенностью организма и длительностью трудового стажа: гиповитаминозные состояния при работе до 5 лет - у 28,6%, до 10 лет - у 46,7%, пограничная недостаточность у 71,4% и 53,3%. Средние показатели ионизированного и общего кальция, фосфора неорганического, магния определялись на нижних границах референтных зон. При меньшем стаже работ выявлены лица с недостаточностью ионизированного кальция (19,0%), в 2,2 раза была большей доля лиц с недостаточностью магния, средние величины фосфора неорганического и магния были статистически менее значимыми, нежели у лиц с большим стажем работ. Таким образом, можно полагать, что длительность работ в Арктике оказывает влияние на синтез витамина D, а также минеральный обмен связанных с ним веществ. Необходимо проведение исследований в период полярной ночи. Обуславливаются круглогодичные профилактические мероприятия с учетом длительности работ в Арктике.

Ключевые слова: Арктика, длительность работ, витамин D, кальций ионизированный и общий, неорганический фосфор, магний.

Для цитирования: Рахманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Непряхин Д.В., Зайцев Л.Л. Оценка влияния длительности работ в Арктике на D-витаминовую и фосфор-кальций-магниевую насыщенности организма работающих. Медицина труда и экология человека. 2023:183-192.

Для корреспонденции: Рахманов Рафаиль Салыхович, профессор кафедры гигиены ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ РФ, доктор медицинских наук, профессор, e-mail: raf53@mail.ru.

Финансирование: работа подготовлена без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: конфликт интересов отсутствует.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10314>

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE DURATION OF WORK
IN THE ARCTIC ON D-VITAMIN AND PHOSPHORUS-CALCIUM-MAGNE
SATURATION OF WORKERS' BODY

Rakhmanov R.S.¹, Narutdinov D.A.², Bogomolova E.S.¹, Razgulin S.A.¹, Nepryakhin D.V.¹,
Zaitsev L.L.³

¹Department of Hygiene Volga Research Medical University, Department of Hygiene, Nizhny
Novgorod, Russia

² V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University of the Russian Health Ministry,
Krasnoyarsk, Russia

³FGBOU VO "Kuban State Medical University" Russian Health Ministry, Krasnodar, Russia

Abstract. *The climatic conditions of the Arctic are risk factors for the development of D-vitamin deficiency; it is closely related to the phosphorus-calcium and magnesium metabolism of the body. The goal is to evaluate the indicators of D-vitamin and related mineral saturation of the body of people from various probationary groups working in the Arctic. The study was carried out in July below 730 N. among two cohorts of employees, divided according to the principle of work experience groups up to 5 years (n=21), up to 10 years (n=30). The criterion for the saturation of the body with a vitamin was the product of its intermediate transformation - 25-OH D. Ionized and total calcium, inorganic phosphorus and magnesium were determined. Work experience in the Arctic, respectively, 4.1±0.2 and 7.1±0.2 years (p=0.001). A relationship has been established between the D-vitamin saturation of the body and the length of the period of work experience: hypovitaminosis states in five years of work in 28.6%, with work up to 10 years - in 46.7%, borderline deficiency in 71.4% and in 53.3%. The average values of ionized and total calcium, inorganic phosphorus, magnesium were determined at the lower boundaries of the reference zones. With less work experience, persons with ionized calcium deficiency (19.0%) were identified, the proportion of persons with magnesium deficiency was 2.2 times higher, the average values of inorganic phosphorus and magic were statistically less significant than in persons with a long work experience. Thus, it can be assumed that the duration of work in the Arctic affects the synthesis of vitamin D, as well as the mineral metabolism of substances associated with it. It is necessary to conduct research during the polar night. Year-round preventive measures are needed, taking into account the duration of work in the Arctic.*

Keywords: *Arctic, duration of work, vitamin D, ionized and total calcium, inorganic phosphorus, magnesium.*

For citation: *Rakhmanov R.S., Narutdinov D.A., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Nepryakhin D.V., Zaitsev L.L. Assessment of the impact of the duration of work in the arctic on d-vitamin and phosphorus-calcium-magne saturation of workers' body. Occupational Health and Human Ecology. 2023:183-192.*

For correspondence: *Rofail S. Rakhmanov, professor at the Department of Hygiene, Volga Research Medical University, DSc (Medicine), professor, e-mail: raf53@mail.ru.*

Financing: *the study had no financial support.*

Conflict of interests: *the authors declare no conflict of interests.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10314>

На Севере экстремальные погодно-климатические, гелиофизические и психосоциальные факторы могут приводить к значительному напряжению адаптационных механизмов организма, оказывать негативное влияние на профессионально-значимые функции работающих [1-4]. Среди них – фотопериодизм и особенности питания, которые являются факторами риска развития D-витаминной недостаточности организма [5-8]. В свою очередь, витамин D тесно связан с фосфорно-кальциевым и магниевым обменом организма [9-14].

Цель работы – оценить показатели D-витаминной и связанной с ней минеральной насыщенности организма лиц различных стажевых групп, работающих в Арктике.

Материал и методы. Объект наблюдения – военнослужащие, проходящие службу по контракту, которые осуществляли профессиональную деятельность в Арктике за чертой 73° с.ш. (n=51) в летний период года (июль).

После определения длительности нахождения в данных условиях их распределили на когорты по принципу стажевых групп: до 5 лет (n=21, № 1), до 10 лет (n=30, № 2). Сравнили возраст лиц когорт наблюдения, длительность работ на открытой территории, рацион питания.

Критерием содержания витамина D в крови был продукт его промежуточного превращения - 25-ОН D, который определяли на масс-спектрометре «AB SCIEX QTRAP 5500» (Германия). Обмен кальция оценивали по ионизированному и общему кальцию. Первый исследовали на анализаторе электролитов «AVL9180», второй, а также фосфор неорганический и магний определяли с помощью анализатора «AU5800» (Abbott, США).

Первичный материал проверили на нормальность распределения, определяли средние значения (M), ошибки средних ($\pm m$). Достоверность различий для параметрических данных определяли по Стьюденту для независимых выборок при помощи программы Statistica 6.1 (достоверные при $p < 0,05$).

Результаты. Когорты наблюдения имели общий стаж профессиональной деятельности $11,7 \pm 1,0$ и $13,8 \pm 9,2$ года соответственно ($p = 0,061$), из них стаж работ в Арктике $4,1 \pm 0,2$ и $7,1 \pm 0,2$ года соответственно ($p = 0,001$). Питание лиц в обеих группах было одинаковым: через столовые подразделений по пайку №1 (общевойсковой паек) с дополнительной выдачей продуктов для лиц, работающих в районах Крайнего Севера¹⁴. Все они проживали в равных условиях: в стандартных, специально оборудованных модулях, приспособленных для северных условий. Работа проводилась по режиму: сутки через двое. В дни работ время нахождения на открытой территории составляло от 3 до 7 часов. В дни отдыха, за исключением летнего сезона, работающие на открытой территории находились минимально возможное по погодным условиям время.

При оценке средних показателей статистически значимых различий в когортах сравнения по уровням 25-ОН D, ионизированному и общему кальцию не выявили. Однако средние данные фосфора неорганического и магния у лиц второй когорты были достоверно более высокими (табл. 1).

¹⁴ Постановление Правительства РФ от 29.12.2007 г. № 946 «О продовольственном обеспечении военнослужащих и некоторых других категорий лиц, а также об обеспечении кормами (продуктами) штатных животных воинских частей и организаций в мирное время» (в редакции Постановления Правительства РФ от 18.0.2020 № 1484).

Таблица 1

Показатели D-витаминной и минеральной насыщенности организма лиц когорт сравнения, абс. вел.

Table 1

Indicators of D-vitamin and mineral saturation of the body of persons of comparison cohorts, abs. led.

№ п/п	Параметр оценки, референтные границы	Когорта наблюдения		Достоверность различий, р
		№1	№2	
1	Витамин D, 30-100 нг/мл	20,48±0,89	21,44±1,18	0,802
2	Кальций ионизированный, 1,15-1,35 ммоль/л	1,19±0,01	1,19±0,006	0,924
3	Кальций общий, 2,02-2,6 ммоль/л	2,17±0,01	2,19±0,02	0,174
4	Фосфор неорганический, 0,7-1,8 ммоль/л	0,81±0,01	0,84±0,009	0,041
5	Магний, 0,66-1,03 ммоль/л	0,73±0,01	0,776±0,02	0,038

Установили, что при меньшем стаже работ были лучшие показатели D-витаминной насыщенности организма. Так, доля лиц, у которых диагностировали дефицит, была меньше; в пределах оценки «близкое к оптимальному», наоборот, больше (табл. 2).

Таблица 2

Долевая характеристика индивидуальных показателей D-витаминной насыщенности лиц когорт сравнения, %

Table 2

Proportional characteristics of individual indicators of D-vitamin saturation of persons in comparison cohorts, %

№ п/п	Длительность работ	Содержание витамина D в крови, нг/мл	
		10-20 нг/мл (дефицит)	20-30 нг/мл (близко к дефициту)
1	№ 1	28,6	71,4
2	№ 2	46,7	53,3

При оценке индивидуальных показателей оказалось, что в когорте №1 были лица с показателями ионизированного кальция, находящимися ниже референтных границ: 19,0%. Уровни общего кальция и фосфора неорганического были в пределах границ нормы. Доля лиц с недостаточным магнием в когорте №1 достигала 28,6% против 13,3% в группе № 2, т.е. была больше в 2,2 раза.

Обсуждение. Территорию России, расположенную выше 35⁰ с.ш., относят к зоне риска по УФ-обеспеченности за счет солнечной радиации [15]. На синтез витамина D влияет и сезон года: в летний период уровень обеспеченности организма выше на 29,0-75,1% [16, 17].

Высота солнцестояния над горизонтом в Арктике обуславливает еще более высокий круглогодичный риск поступления ультрафиолетовой части спектра электромагнитных волн в этом климатическом поясе. Даже в летний период года синтез витамина значительно снижен из-за потерь УФ-лучей в связи с состоянием погоды: частой облачности и туманами [5]. Вероятно, вследствие этого была определена неудовлетворительная D-витаминная насыщенность организма лиц обеих когорт: нижние значения средних показателей выходили за границу, определяемую как «близко к дефициту» (20-30 нг/мл), а максимальные чуть превышали нижнее значение референтной границы. Оказалось, что у лиц с более длительным стажем работ в данных условиях изменения были более выраженными.

Считается, что границей, свидетельствующей о гиповитаминозе D, является концентрации 25ОН D менее 20 нг/мл, дефицит – менее 10 нг/мл, пограничная недостаточность – от 21 до 29 нг/мл [18]. В нашем исследовании дефицитные уровни 25ОН D не определялись. Гиповитаминозные состояния в первой когорте выявлены у 28,6%, во второй – у 46,7%, у остальных – пограничная недостаточность.

Роль витамина D в организме более значительна, нежели влияние на фосфорно-кальциевый обмен [19-23]. Отмечается, что только при концентрации 25ОН D в сыворотке крови, равной 30–40 нг/мл, обеспечиваются все гормональные регуляторные функции витамина D [18, 19]. В нашем случае такие уровни не достигались, что позволяет заключить о возможных клинических проявлениях, связанных с дефицитом данного витамина.

Важнейшая функция витамина D – регуляция фосфорно-кальциевого обмена организма [12, 13, 24]. Средние значения ионизированного и общего кальция, неорганического фосфора были в пределах границ нормы. Однако обращало внимание, что у всех обследованных лиц индивидуальные показатели находились в нижних зонах этих интервалов: Са ионизированный - 1,15- 1,35 ммоль/л, Са общий – 2,02-2,6 ммоль/л, Р – 0,7-1,8 ммоль/л. Оказалось, что в когорте с лучшими значениями 25ОН D были выявлены лица с низким уровнем ионизированного кальция. Следствием этого могут быть изменения в организме функций, где его роль как кофактора нарушается [25]. В ней же была на 15,3% больше доля лиц с недостаточностью магния. Среднее значение неорганического фосфора было на 3,7% ниже ($p=0,041$).

Роль кальция в организме связана с магнием: соотношение Са:Mg важно для нормальной регуляции клеточной возбудимости, а также многих процессов внутриклеточного метаболизма [14]. Магний имеет большое значение для обмена кальция и фосфора [26]. В нашем исследовании средние значения магния в каждой когорте были в пределах границ нормы. Однако в первой оно было статистически достоверно меньшим.

Установленные явления по ионизированному кальцию, фосфору неорганическому и магнию в когорте с более лучшими показателями D-витаминной насыщенности, возможно, были связаны с процессом адаптации к условиям обитания в Арктике.

Таким образом, можно полагать, что длительность работ в Арктике оказывает влияние на синтез витамина D, а также минеральный обмен связанных с ним веществ.

Поскольку исследование было проведено в период полярного дня, следует полагать, что в условиях полярной ночи эти изменения будут более выраженными.

Выводы:

1. У работающих в Арктике установлена связь между D-витаминной насыщенностью организма и длительностью трудового стажа: гиповитаминозные состояния при работе до 5 лет - у 28,6%, при работе до 10 лет - у 46,7%, пограничная недостаточность у 71,4% и у 53,3%.
2. Средние показатели ионизированного и общего кальция, фосфора неорганического, магния определялись на нижних границах референтных зон.
3. При меньшем стаже работ выявлены лица с недостаточностью ионизированного кальция, в 2,2 раза была большей доля лиц с недостаточностью магния, средние величины фосфора неорганического и магния были статистически менее значимыми, нежели у лиц с большим стажем работы.

Список литературы:

1. Полякова Е.М., Мельцер А.В. Сравнительный анализ состояния здоровья работников, выполняющих трудовые операции на открытой территории в холодный период года, по результатам анкетирования. Профилактическая медицина. 2019; 4(73): 35–44.
2. Полякова Е.М., Мельцер А.В., Чащин В.П., Ерастова Н.В. Гигиеническая оценка вклада охлаждающих метеорологических факторов в формирование профессионального риска нарушений здоровья работающих на открытой территории в холодный период года. Анализ риска здоровью. 2020; 3: 108–116. DOI:10.21668/health.risk/2020.3.13
3. Аликина В.А., Туписова Е.В., Елфимова А.Э. Адаптационный потенциал и эндокринный статус работников целлюлозно-бумажного комбината г. Архангельска. Журн. мед.-биол. исследований. 2021;9 (3):237–247. DOI: 10.37482/2687-1491-Z061.
4. Малявская С. И., Кострова Г. Н., Лебедев А.В., Гольшиева Е.В. Обеспеченность витамином D различных возрастных групп населения г. Архангельска. Экология человека. 2016;12:37-42.
5. Гудков А.Б., Попова О.Н., Небученных А.А., Богданов М.Ю. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Арктики. Обзор литературы. Морская медицина. 2017;3(1): 7- 13.
6. Бабиенко В.В., Шалыгин А.В. Оценка эффективности применения ультрафиолетового излучения для коррекции витамин Д дефицитных состояний. Современные проблемы гигиены, радиационной гигиены и экологической медицины: сборник научных статей Гродно. 2020; 10: 46-59.
7. Fraser DR. Vitamin D toxicity related to its physiological and unphysiological supply. Trends Endocrinol Metab. 2021;32(11):929-940. DOI: 10.1016/j.tem.2021.08.006.
8. Fraser DR. Physiological significance of vitamin D produced in skin compared with oral vitamin D. J Nutr Sci. 2022;11:e13. DOI: 10.1017/jns.2022.11.
9. Żmijewski M.A. Nongenomic Activities of Vitamin D. Nutrients. 2022;14(23):5104. DOI: 10.3390/nu14235104.
10. Захарова И.Н., Яблочкова С.В., Дмитриева Ю.А. Известные и неизвестные эффекты витамина D. Вопросы современной педиатрии. 2013;12(2):20-25.

11. Захарова И.Н., Мальцев С.В., Заплатников А.Л., Климов Л.Я., Пампура А.Н., Курьянинова В.А. и соавт. Влияние витамина D на иммунный ответ организма. Педиатрия. Consilium Medicum. 2020;2. URL: https://omnidocor.ru/library/izdaniya-dlya-vrachej/pediatrica-consilium-medicum/ped2020/ped2020_2/ (дата обращения: 23.03.2023).
12. Fleet J.C. The role of vitamin D in the endocrinology controlling calcium homeostasis. Mol Cell Endocrinol. 2017;453:36-45. DOI: 10.1016/j.mce.2017.04.008.
13. van Driel M., van Driel M. Vitamin D endocrinology of bone mineralization. Mol Cell Endocrinol. 2017;453:46-51. DOI: 10.1016/j.mce.2017.06.008.
14. Юрьева Э.А., Османов И.М., Воздвиженская Е.С., Шабельникова Е.И. Обмен кальция и фосфатов в норме и при патологии у детей. Практика педиатра. 2021;4: 24-30.
15. Коробицына Р.Д., Сорокина Т.Ю. Статус витамина D населения России репродуктивного возраста за последние 10 лет: систематический обзор. Российская Арктика. 2022; 18:44-55. DOI:1024412/2658-4255-2022-44-55.
16. Рылова Н.В., Мальцев С.В., Жолинский А.В. Роль витамина D в регуляции иммунной системы. Практическая медицина. 2017;5(106):10-14.
17. Кострова Г.Н., Малявская С.И., Лебедев А.В. Обеспеченность витамином D жителей г. Архангельска в разные сезоны года. Журнал медико-биологических исследований. 2022;10(1):5-14. DOI:1 0.37482/2687-1491-Z085.
18. Ланец И.Е., Гостинищева Е.В. Современные взгляды на роль витамина d в организме человека. Научное обозрение. Медицинские науки. 2022; 5: 39-45. URL: <https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=1288> (дата обращения: 23.03.2023)
19. Древаль А.В., Крюкова И.В., Барсуков И.А., Тевосян Л.Х. Внекостные эффекты витамина D (обзор литературы). РМЖ. 2017;1:53-56.
20. Егшатын Л.В. Неклассические эффекты витамина D. Ожирение и метаболизм. 2018; 1. URL: <https://www.omet-endojournals.ru/jour/issue/view/766> (дата обращения: 23.07.2022).
21. Николаева В.В., Терещенко Л.Ф., Волобуев В.В. Роль витамина D в развитии стоматологических заболеваний. Colloquium-journal. 2019;10. URL: <https://colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2022/05/Colloquium-journal-2019-34-3.pdf> (дата обращения: 23.03.2022).
22. Kikuta J, Ishii M. The Effects of Vitamin D on Immune System and Inflammatory Diseases. Biomolecules. 2021;11(11):1624. DOI: 10.3390/biom11111624.
23. Reddy A.M., Iqbal M., Chopra H., Urmi Sh., Junapudi S., Bibi Sh., et.al. Pivotal role of vitamin D in mitochondrial health, cardiac function, and human reproduction. EXCLI J. 2022;21:967-990. DOI: 10.17179/excli2022-4935.
24. Коденцова В.М., Бекетова Н.А., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Характеристика обеспеченности витаминами взрослого населения Российской Федерации. Профилактическая медицина. 2018;4:32-37. DOI:10.17116/profmed201821432.
25. Берковская М.А., Кушханаишова Д.А., Сыч Ю.П., Фадеев В.В. Состояние фосфорно-кальциевого обмена у пациентов после бариатрических операций и роль восполнения дефицита витамина D в профилактике и лечении послеоперационных костно-метаболических нарушений. Ожирение и метаболизм. 2020;17(1):73-81. DOI:10.14341/omet12306.

26. Malinowska J, Małecko-Giełdowska M, Ciepiela O. Dysmagnesemia Is the Most Common Disturbance of the Calcium-Magnesium-Phosphorous Balance among Older Hospitalized People in Warsaw. *Nutrients*. 2021;;13(10):3395. DOI: 10.3390/nu13103395.

References:

1. Polyakova E.M., Meltser A.V. *Sravnitel'ny analiz sostoyaniya zdorov'ya rabotnikov vypolnyayuschih trudovye operatsii na otkrytoy territorii v holodny period goda po rezul'tatam anketirovaniya*. [Comparative analysis of the health status of workers performing labor operations in an open area during the cold season, based on the results of a survey]. *Profilakticheskaja medicina*. [Preventive medicine]. 2019; 4(73): 35–44. (In Russ)
2. Polyakova E.M., Meltser A.V., Chashchin V.P., Erastova N.V. *Gigienicheskaya otsenka vklada ohlazhdayuschih meteorologicheskikh faktorov v formirovanie professional'nogo riska narusheniy zdorov'ya rabotayuschih na otkrytoy territorii v holodny period goda*. [Hygienic assessment of the contribution of cooling meteorological factors to the formation of the occupational risk of health disorders in workers in an open area during the cold season]. *Analiz riska zdorov'ju*. [Health risk analysis]. 2020; 3:108–116. DOI:10.21668/health.risk/2020.3.13. (In Russ)
3. Alikina V.A., Tipisova E.V., Elfimova A.E. *Adaptatsionny potentsial i endokrinny status rabotnikov tsellyulozno-bumazhnogo kombinata g. Arhangel'ska*. [Adaptation potential and endocrine status of workers of the pulp and paper mill in Arkhangelsk]. *Zhurn. med.-biol. issledovaniy*. [The journal of medico-biological research]. 2021;9(3):237–247. DOI: 10.37482/2687-1491-Z061. (In Russ)
4. Malyavskaya S. I., Kostrova G. N., Lebedev A. V., Golysheva E. V. *Obespechennost' vitaminom D razlichnyh vozrastnyh grup naseleniya g/ Arhangel'ska*. [Provision of vitamin D for different age groups of the population of Arkhangelsk]. *Ekologija cheloveka*. Human ecology. 2016;12:37-42. (In Russ)
5. Gudkov A.B., Popova O.N., Nebuchennykh A.A., Bogdanov M.Yu. *Ekologo-fiziologicheskaya harakteristika klimaticheskih faktorov Arktiki*. [Ecological and physiological characteristics of climatic factors in the Arctic]. Literature review. *Morskaja medicina*. 2017;3(1): 7-13. (In Russ)
6. Babienko V.V., Shalygin A.V. *Otsenka effektivnosti primeneniya ul'trafiioletovogo izlucheniya dlya korrektsii vitamin D defitsitnyh sostoyaniy*. [Evaluation of the effectiveness of the use of ultraviolet radiation for the correction of vitamin D deficiency states]. *Sovremennye problemy gigieny, radiacionnoj gigieny i jekologicheskoy mediciny: sbornik nauchnyh statej Grodno*. [Modern problems of hygiene, radioactive hygiene and ecological medicine]. 2020; 10:46-59. (In Russ)
7. Fraser DR. Vitamin D toxicity related to its physiological and unphysiological supply. *Trends Endocrinol Metab*. 2021;32(11):929-940. DOI: 10.1016/j.tem.2021.08.006.
8. Fraser DR. Physiological significance of vitamin D produced in skin compared with oral vitamin D. *J Nutr Sci*. 2022;11:e13. DOI: 10.1017/jns.2022.11.
9. Żmijewski M.A. Nongenomic Activities of Vitamin D. *Nutrients*. 2022;14(23):5104. DOI: 10.3390/nu14235104.

10. Zakharova I.N., Yablochkova S.V., Dmitrieva Yu.A. Izvestnye i neizvestnye efekty vitamina D. [Known and unknown effects of vitamin D]. *Voprosy sovremennoj pediatrii*. [Modern pediatrics issues]. 2013;12(2):20-25. (In Russ)
11. Zakharova I.N., Maltsev S.V., Zaplatnikov A.L., Klimov L.Ya., Pampura A.N., Kuryaninova V.A. et al. *Vliyanie vitamina D na immunnyy otvet organizma. Pediatriya*. [Effect of vitamin D on the body's immune response]. *Pediatrija. Consilium Medicum*. 2020;2. URL: https://omnidocor.ru/library/izdaniya-dlya-vrachey/pediatriya-consilium-medicum/ped2020/ped2020_2/ (access date: 03/23/2023).
12. Fleet J.C. The role of vitamin D in the endocrinology controlling calcium homeostasis. *Mol Cell Endocrinol*. 2017;453:36-45. DOI: 10.1016/j.mce.2017.04.008.
13. van Driel M., van Driel M. Vitamin D endocrinology of bone mineralization. *Mol Cell Endocrinol*. 2017;453:46-51. DOI: 10.1016/j.mce.2017.06.008.
14. Yurieva E.A., Osmanov I.M., Vozdvizhenskaya E.S., Shabelnikova E.I. Obmen kal'tsiya i fosfatov v norme i pri patologii u detey. обмен кальция и фосфатов в норме и при патологии у детей. [Calcium and phosphate metabolism in normal and pathological conditions in children]. *Praktika pediatria*. [Pediatric practice]. 2021;4:24-30. (In Russ)
15. Korobitsyna R.D., Sorokina T.Yu. *Status vitamina D naseleniya Rossii reproductivnogo vozpasta za poslednie 10 let: sistemicheskiy obzor*. [Vitamin D status of the Russian population of reproductive age over the past 10 years: a systematic review]. *Rossiyskaya Arktika*. [Russian Arktik]. 2022; 18:44-55. DOI:1024412/2658-4255-2022-44-55.
16. Rylova N.V., Maltsev S.V., Zholinsky A.V. *Rol' vitamina D v regulyatsii immunnoy sistemy*. [The role of vitamin D in the regulation of the immune system]. *Rossiyskaya Arktika*. 2017;5(106):10-14. (In Russ)
17. Kostrova G.N., Malyavskaya S.I., Lebedev A.V. *Obespechennost' vitaminom D zhiteley g. Arhangel'ska v raznye sezony goda*. [Provision of vitamin D to residents of Arkhangelsk in different seasons of the year]. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*. 2022;10(1):5-14. DOI:10.37482/2687-1491-Z085. (In Russ)
18. Lanets I.E., Gostinishcheva E.V. *Sovremennye vzglyady na rol' vitamina D v organizme cheloveka*. [Modern views on the role of vitamin D in the human body]. Scientific review. *Medicinskie nauki*. 2022; 5:39-45. URL: <https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=1288> (date of access: 03/23/2023).
19. Dreval A.V., Kryukova I.V., Barsukov I.A., Tevosyan L.Kh. *Vnekostnye efekty vitamina D*. [Extraosseous effects of vitamin D (literature review)]. *RMZh*. 2017;1:53-56.
20. Egshatyan L.V. *Neklassicheskie efekty vitamina D*. [Non-classical effects of vitamin D]. *Obesity and metabolism*. 2018; 1. URL: <https://www.omet-endojournals.ru/jour/issue/view/766> (access date: 07/23/2022).
21. Nikolaeva V.V., Tereshhenko L.F., Volobuev. *Rol' vitamina D v razvitii stomatologicheskikh zabolovaniy*. [The role of vitamin D in the development of dental diseases]. *Colloquium-journal*. 2019;10. URL: <https://colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2022/05/Colloquium-journal-2019-34-3.pdf> (access date: 23.03.2022). (In Russ)
22. Kikuta J, Ishii M. The Effects of Vitamin D on Immune System and Inflammatory Diseases. *Biomolecules*. 2021;11(11):1624. DOI: 10.3390/biom11111624.

23. Reddy A.M., Iqbal M., Chopra H., Urmi Sh., Junapudi S., Bibi Sh., et.al. Pivotal role of vitamin D in mitochondrial health, cardiac function, and human reproduction. *EXCLI J.* 2022;21:967-990. DOI: 10.17179/excli2022-4935.
24. Kodentsova V.M., Beketova N.A., Nikitjuk D.B., Tutel'yan V.A. *Charakteristika obespechennosti vitaminami vzroslogo naseleniya Rossiiskoy Fedatsii.* [Characteristics of provision with vitamins of the adult population of the Russian Federation]. *Profilakticheskaja medicina.* [Preventive medicine]. 2018;4:32-37. DOI:10.17116/profmed201821432. (In Russ)
25. Berkovskaya M.A., Kushkhanashkhova D.A., Sych Yu.P., Fadeev V.V. *Sostoyanie fosforno-kal'tsievogo obmena u patsientov posle bariatricheskikh operatsiy i rol' vospolneniya defitsita vitamina D v profilaktike i lechenii posleoperatsionnyh kostno-metabolicheskikh narusheniy.* [The state of phosphorus-calcium metabolism in patients after bariatric surgery and the role of replenishing vitamin D deficiency in the prevention and treatment of postoperative bone-metabolic disorders]. *Overweight and metabolism.* [*Ozhirenie i metabolizm*] 2020;17(1):73-81. DOI:10.14341/omet12306. (In Russ)
26. Malinowska J, Małeczka-Giełdowska M, Ciepela O. Dysmagnesemia Is the Most Common Disturbance of the Calcium-Magnesium-Phosphorous Balance among Older Hospitalized People in Warsaw. *Nutrients.* 2021;13(10):3395. DOI: 10.3390/nu13103395.

Поступила/Received: 28.03.2023

Принята в печать/Accepted: 11.05.2023

УДК 613.15: 543.42

**ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТА TENAX-TA
ДЛЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ
СПИРОКСАМИНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ**

Курпединов К.С., Артемова О.В., Егорченкова О.Е.

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
Мытищи, Московская область, Россия

Воздух является возможной средой для распространения химических веществ, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на население, загрязняя не только аграрные территории, но и отдаленные районы, в том числе городские.

В работе представлены результаты исследований по валидации метода измерения содержания в атмосферном воздухе системного фунгицида спироксамина, относящегося к химическому классу морфолинов и обладающего лечебным, защитным и искореняющим эффектом.

Цель исследования - валидация метода измерения концентраций спироксамина в атмосферном воздухе с применением сорбента Tenax-TA и идентификация вещества методом газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

Материалы и методы. Для концентрирования вещества использованы сорбционные трубки «ORBO™-402», заполненные пористым гидрофобным полимерным сорбентом Tenax-TA на основе 2,6-дифенил-п-фенилоксида. Экстракцию вещества с трубок выполняли ацетоном. Количественный анализ осуществляли методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (электронная ионизация) в режиме регистрации выбранных ионов (SIM).

Результаты. Средняя полнота извлечения при анализе модельных проб с внесением вещества по диапазону определяемых концентраций составила - 98% при среднем квадратичном отклонении – 7,7%. Валидированный метод обеспечил низкий уровень количественной идентификации – 0,001 мг/м³ при аспирации 10 дм³ атмосферного воздуха. Суммарная погрешность измерения концентраций спироксамина в атмосферном воздухе составила 19%.

Разработанный метод апробирован в Московской области в натурных исследованиях при определении экспозиционных уровней спироксамина в пробах атмосферного воздуха в пределах санитарного разрыва, отобранных при штанговом опрыскивании полевых культур (ячменя и картофеля).

Ключевые слова: фунгициды, спироксамин, атмосферный воздух, сорбционные трубки «ORBO™-402», сорбент Tenax-TA, газожидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием.

Для цитирования: Курпединов К.С., Артемова О.В., Егорченкова О.Е. Применение сорбента Tenax-TA для масс-спектрометрического измерения концентраций спироксамина в атмосферном воздухе. Медицина труда и экология человека. 2023:193-204.

Для корреспонденции: Курпединов Кирилл Сергеевич, младший научный сотрудник отдела аналитических методов контроля ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, e-mail: kurpedinovks@fferisman.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10315>

APPLICATION OF TENAX-TA SORBENT FOR MASS-SPECTROMETRIC MEASUREMENT OF SPIROXAMINE CONCENTRATIONS IN ATMOSPHERIC AIR

Kurpedinov K.S., Artemova O.V., Egorchenkova O.E.

The F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene of the Federal Service of Surveillance in the Sphere of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Mytishchi, Moscow Region, Russia

Air is a possible environment for the spread of chemicals that can have an adverse effect on the population, polluting not only agricultural territories, but also remote areas, including urban ones.

The paper presents the results of studies on the validation of a method for measuring the content in atmospheric air of the systemic fungicide spiroxamine, which belongs to the chemical class of morpholines, which has a curative, protective and eradicating effect.

The aim of the research was to validate the method of measuring spiroxamine concentrations in atmospheric air using Tenax-TA sorbent and identification of the substance by gas-liquid chromatography with mass spectrometric detection. **Materials and methods.** To concentrate the substance, sorption tubes "ORBO™-402" filled with a porous hydrophobic polymer sorbent Tenax-TA based on 2,6-diphenyl-p-phenyloxide were used. Extraction of the substance from the tubes was performed with acetone. Quantitative analysis was carried out by gas chromatography with mass spectrometric detection (electron ionization) in the mode of registration of selected ions (SIM).

Results. The average completeness of extraction in the analysis of model samples with the introduction of a substance over the range of determined concentrations was 98% with a standard deviation of 7.7%. The validated method provided a low level of quantitative identification of 0.001 mg/m³ with aspiration of 10 dm³ of atmospheric air. The total error in measuring the concentrations of spiroxamine in the atmospheric air was 19%.

The developed method was tested in the Moscow region in field studies when determining the exposure levels of spiroxamine in atmospheric air samples within the sanitary gap selected during rod spraying of field crops (barley and potatoes).

Keywords: fungicides, spiroxamine, atmospheric air, «ORBO™-402» sorption tubes, Tenax-TA sorbent, gas-liquid chromatography with mass spectrometric detection.

For citation: Kurpedinov K.S., Artemova O.V., Egorchenkova O.E. Application of tenax-ta sorbent for mass-spectrometric measurement of spiroxamine concentrations in atmospheric air. *Occupational Health and Human Ecology.* 2023:193-204.

For correspondence: Kirill S. Kurpedinov, Junior researcher of an analytical control methods; E-mail: kurpedinovks@fferisman.ru

Financing: the study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10315>

Использование пестицидов в сельском хозяйстве – одна из причин загрязнения объектов окружающей среды. Мировое использование пестицидов в сельском хозяйстве в 2020 году достигло 2,6 миллиона тонн, что почти вдвое превышает показатели 1990 года [1].

В рамках регистрации новых фунгицидных препаратов на основе спироксамина 8-третбутил-1,4-диоксаспиро[4,5]декан-2-ил-метил(этил) (пропил) амин (IUPAC) были проведены гигиенические исследования оценки условий труда при обработке зерновых культур и картофеля. Данное соединение, относящееся к классу морфолинов, показало положительные результаты в борьбе с мучнистой росой [2, 3].

Поскольку существующие в Российской Федерации официальные методы не обеспечивают контроль измерения концентраций спироксамина в атмосферном воздухе в соответствии с установленным ориентировочным безопасным уровнем воздействия (ОБУВ) - 0,003 мг/м³ [4], появилась необходимость в создании (валидации) нового надежного метода анализа с применением современных высокоточных средств измерения.

Обеспечение безопасного применения спироксамина на территории Российской Федерации не представлялось возможным без разработки эффективных профилактических мероприятий, опирающихся на определении уровней содержания данного вещества в атмосферном воздухе [5].

Скорость и объем выбросов в атмосферу во время применения пестицидных препаратов зависит от способа обработки, метеорологических факторов, а также физико-химических свойств входящих в состав препаратов действующих веществ [6]. В атмосфере органические вещества могут находиться либо в газообразной (пары), либо в дисперсной фазе (аэрозоль), установление их агрегатного состояния определяет способ отбора проб воздушной среды [7].

Выбор подходящего сорбента играет решающую роль для получения достоверной информации о содержании химических веществ в атмосферном воздухе. Для поглощения паров и аэрозолей химических веществ при отборе проб воздушной среды долгое время использовались бумажные фильтры высокой плотности, совмещенные с фильтрами из пенополиуретана. Однако в последние годы стали активно применяться эффективные и удобные в эксплуатации пробоотборные сорбционные трубки, содержащие различные сорбенты [8].

Для высокочувствительного измерения веществ в атмосферном воздухе недостаточно использовать метод газовой хроматографии с применением селективных детекторов. В настоящее время масс-спектрометрический анализ является самым надежным способом не только для измерения предельно низких концентраций пестицидов, но и для их достоверной идентификации [9].

Анализ структуры и физико-химических свойств исследуемого вещества [10], а также изучение литературных источников [11, 12], показали, что для решения поставленной задачи приемлем метод газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

Цель исследования – валидация метода измерения концентраций спироксамина в атмосферном воздухе с применением сорбционных трубок, содержащих сорбент Tenax-TA, с последующей идентификацией вещества методом газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

Материалы и методы

Реактивы, материалы. Ацетон особо чистый (99,9 %) фирмы «Fisher Chemical», Великобритания; (99,8 %) фирмы «PanReac», Испания; гелий газообразный высокой чистоты фирмы «Линде Газ Рус», Россия; пробоотборные трубки «ORBO™-402 Tenax» (кат. № 20832-U) фирмы SUPELCO, США.

Объект исследования. Атмосферный воздух.

Приготовление градуировочных растворов. Аналитический стандартный образец спироксамина (содержание основного компонента 97,4 %, CAS.№.1181 34-30-8) фирмы «Bayer CropScience», Германия. Раствор спироксамина с концентрацией 100 мкг/см³, раствор для внесения в модельные пробы 1,0 мкг/см³, а также рабочие градуировочные растворы (0,005-0,050 мкг/см³) готовились разбавлением ацетоном. Приготовленные рабочие растворы хранились не более 14 дней в холодильнике при температуре + (2-6) °С.

Подготовка образцов. Концентрирование спироксамина из атмосферного воздуха осуществляли с применением пробоотборного устройства (аспиратор воздуха «ПУ-4Э» исполнение 1, ЗАО «Химко», Россия) на сорбционные трубки «ORBO™-402» со скоростью аспирации 2 дм³/мин при отборе 10 дм³ атмосферного воздуха.

Для извлечения вещества с сорбента проводили трехкратную экстракцию 20 см³ ацетона под действием ультразвука в течение 10 минут. Полученный экстракт объединяли и упаривали досуха на ротационном вакуумном испарителе (температура бани <35 °С). Для измерения вещества на уровне установленного нижнего предела количественного определения сухой остаток растворяли в 2 см³ ацетона.

Условия измерений. Для измерения содержания спироксамина использовали газовый хроматограф «Agilent 6890N» с масс-селективным детектором «Agilent 5975C». Для хроматографического разделения применяли 30-метровую капиллярную колонку HP-5MS (Agilent Technologies, США) с внутренним диаметром и толщиной пленки неподвижной фазы (5% - фенил, 95% - диметилполисилоксан), равными 0,25 мм и 0,25 мкм соответственно.

Масс-спектрометрический анализ осуществляли сканированием положительно заряженных масс-ионов, полученных в результате фрагментации ионизированных электронами *цис*- и *транс*-изомеров спироксамина (энергия электронов 70 эВ). Температура источника ионов - 230 °С, квадруполя - 150 °С, переходной камеры - 280 °С. Для идентификации *цис*- и *транс*-изомеров спироксамина был использован режим регистрации выбранных ионов (SIM) с отношением масса/заряд (*m/z*), дающих в масс-спектре максимальную интенсивность спектральных полос: 100 (количественный расчет), 126, 198. На рисунке 1 проиллюстрирована предлагаемая схема фрагментации, которая наглядно подтверждает принадлежность спироксамину выбранных масс-ионов.

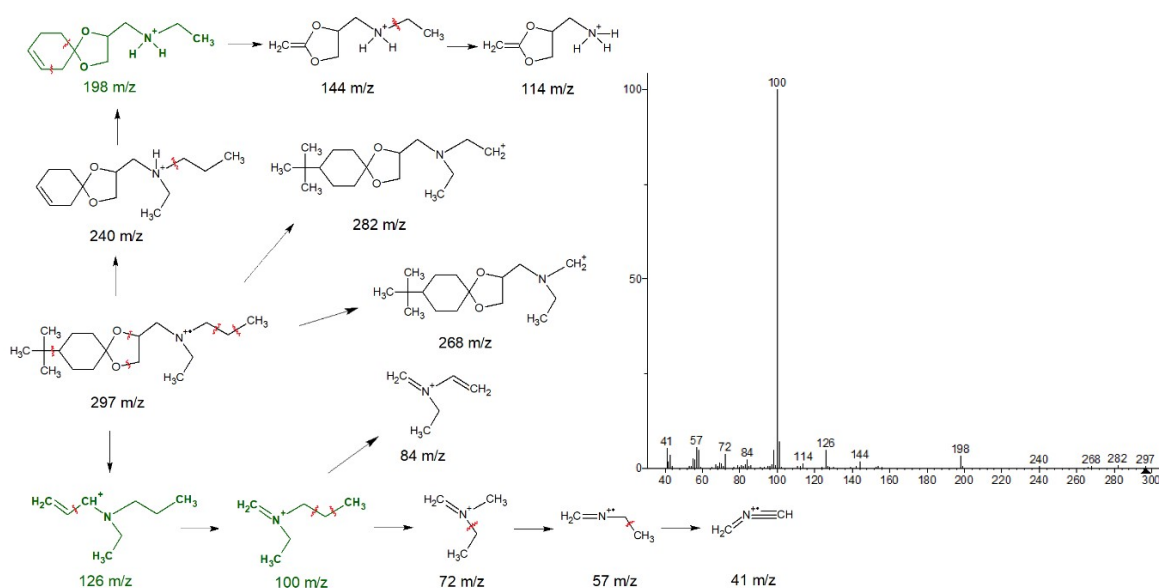


Рис. 1. Масс-спектр и предлагаемая схема фрагментации спироксамина при электронной ионизации

Figure 1. Mass spectrum and proposed scheme for the fragmentation of spiroxamine by electron ionization

В качестве подвижной фазы для хроматографирования использован гелий, ввод в испаритель без деления потока (splitless), поток в колонке - 1,3 см³/мин. Температурный режим термостата колонки: 120 °С (2 мин), нагрев 10 °С/мин до 220 °С (2 мин), нагрев 20 °С/мин. до 270 °С (выдержка 3 мин).

Линейный диапазон детектирования суммы изомеров: 0,005-0,050 нг.

Результаты. Для измерения спироксамина на уровне 0,001 мг/м³ через сорбционные трубки «ORBO™-402» с объемным расходом 1-2,0 дм³/мин отобрали 10 дм³ воздуха. Отбор воздушной среды выполнен в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 17.23.01-86 [13]. Для экстракции вещества с поверхности сорбента использовали ацетон.

Спироксамин состоит из 2 диастереоизомеров (рис. 2), которые формируют на хроматограмме два близких по площади симметричных пика [14]. Количественное измерение вещества в пробах атмосферного воздуха выполнено на основе построенных градуировочных характеристик зависимости площадей пиков от концентрации *цис*- и *транс*-изомеров спироксамина в ацетоне.

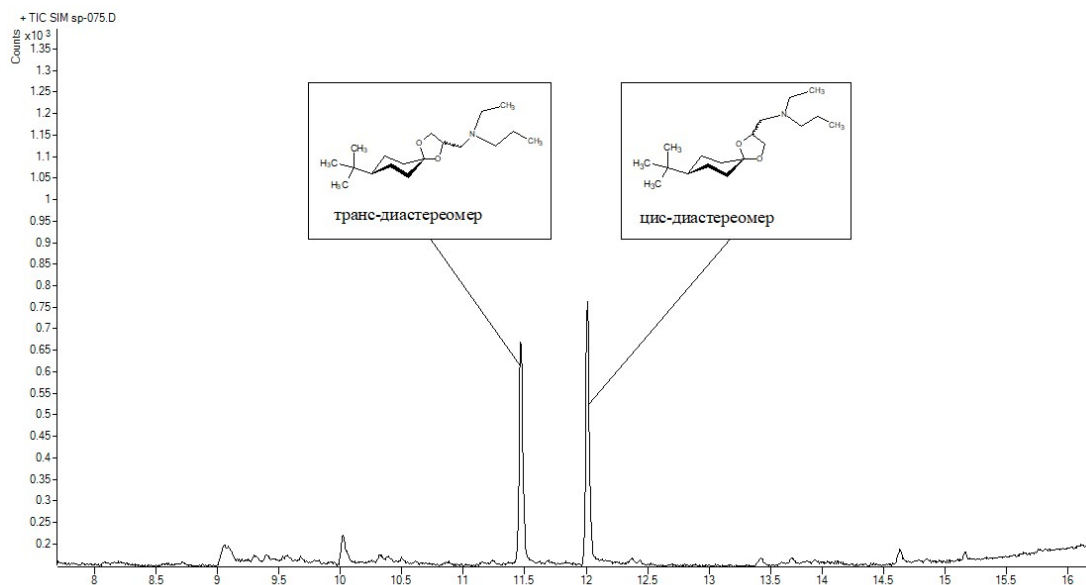


Рис. 2. Хроматограмма градуировочного раствора спироксамина с концентрацией - $0,005 \text{ мкг/см}^3$

Figure 2. Chromatogram of the calibration solution of spiroxamine with a concentration of - $0.005 \text{ }\mu\text{г/см}^3$

Градуировочные графики линейной зависимости площадей пиков *цис*- и *транс*-изомеров от концентрации в ацетоне построены в диапазоне $0,005\text{-}0,050 \text{ мкг/см}^3$, среднеквадратичное отклонение – $7,2\%$, коэффициенты корреляции – более $0,99$. Для концентрации спироксамина, равной $0,005 \text{ мкг/см}^3$, соотношение сигнал-шум для *цис*-изомера составило $16:1$; для *транс*-изомера – $19:1$.

Нижний предел измерения каждого изомера спироксамина в анализируемом объеме пробы – $0,0025 \text{ нг}$.

Среднее значение полноты извлечения по диапазону измеряемых концентраций составило $98,2\%$ при среднем квадратичном отклонении $7,7\%$. Суммарная погрешность валидированного метода измерения концентраций спироксамина в атмосферном воздухе не превысила 25% [15].

Экспериментально установлено, что экспонированные сорбционные трубки «ORBO™-402» с нанесением спироксамина на пористый полимерный сорбент Tenax-TA могут храниться в холодильной камере не более 10 дней при температуре $+2\text{-}6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Результатом проведенных исследований являются методические указания по измерению концентраций спироксамина в атмосферном воздухе населенных мест методом капиллярной газожидкостной хроматографии (МУК 4.1. 3760-20).

При аспирации 10 дм^3 воздуха валидированный метод обеспечивает низкий уровень измерения ($0,001 \text{ мг/м}^3$), который в 3 раза ниже величины установленного норматива.

Обсуждение. Рассчитанное с учетом давления паров ($9,7 \text{ мПа}$ при $20 \text{ }^\circ\text{C}$) и массы молекулы ($297,5 \text{ г/моль}$) значение летучести ($1,27 \text{ мг/м}^3$) определяет нахождение спироксамина в атмосферном воздухе в виде паров и аэрозоля.

При подборе адсорбирующего материала для концентрирования вещества из атмосферного воздуха предпочтение было отдано пористым полимерным сорбентам,

которые успешно используются для улавливания органических веществ из воздушной среды [16, 17].

Так как молекула спироксамина является слабо полярной, для ее улавливания из воздушной среды необходим сорбент, который будет адсорбировать вещество на своей гидрофобной поверхности без проникновения на большую глубину в микросферы, что обеспечит его быстрое элюирование органическим растворителем.

Согласно анализу литературных источников [18, 19], для извлечения спироксамина из атмосферного воздуха были выбраны неполярные полимерные сорбенты на основе стирола и дивинилбензола (ХАД-2) и 2,6-дифенил-п-фениленоксида (Тенах-ТА) [20], структура которых наглядно проиллюстрирована на рисунке 3.

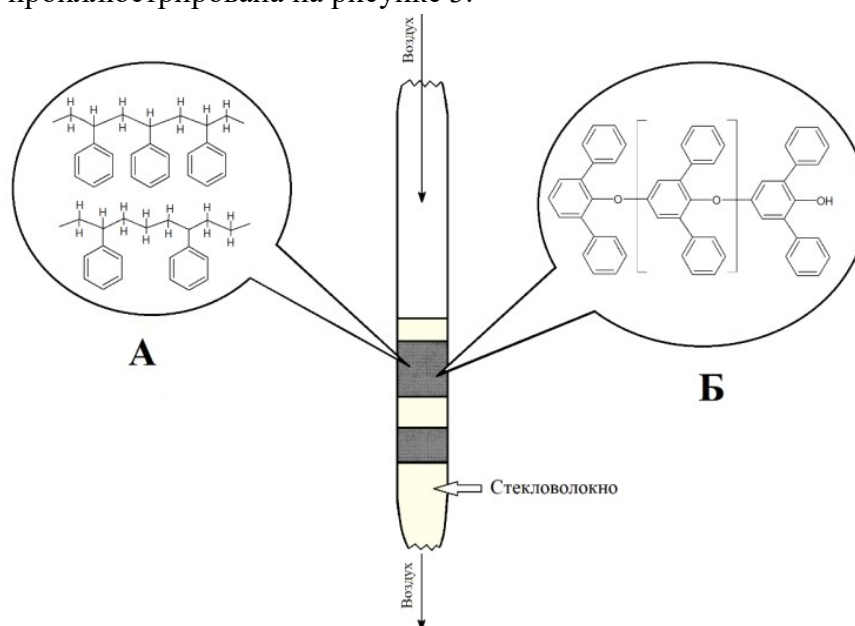


Рис. 3. Стандартные пробоотборные трубки с сорбентом для десорбции растворителем: А – сорбент ХАД-2 (стирол и дивинилбензол), Б – Тенах-ТА (2,6-дифенил-п-фенилоксид)
Figure 3. Standard sampling tubes with a sorbent for solvent desorption: А – XAD-2 sorbent (styrene and divinylbenzene), В – Tenax-TA (2,6-diphenyl-p-phenyl oxide)

Сорбционные трубки ORBO-44, заполненные смолой (ХАД-2) на основе гидрофобного сополимера дивинилбензола и стирола, характеризующегося большой удельной поверхностью, равной $300 \text{ м}^2/\text{г}$, широко используются для анализа веществ с молекулярной массой до 200 г/моль . К сожалению, данный тип сорбента оказался неэффективным, потери вещества достигали 45%, а также при хроматографировании наблюдалась интерференция пиков коэкстрактивных с поверхности сорбента веществ.

Сорбент Тенах-ТА (сорбционные трубки «ORBOTM-402») гидрофобен, не поглощает влагу из воздуха, характеризуется удельной поверхностью, равной $35 \text{ м}^2/\text{г}$ и позволяет выполнять десорбцию веществ с поверхности с применением органических растворителей. Тенах-ТА отличается высокой степенью чистоты с минимальным количеством примесей (рис. 4), поэтому широко используется в различных исследованиях по измерению концентраций загрязнителей в атмосферном воздухе [21, 22].

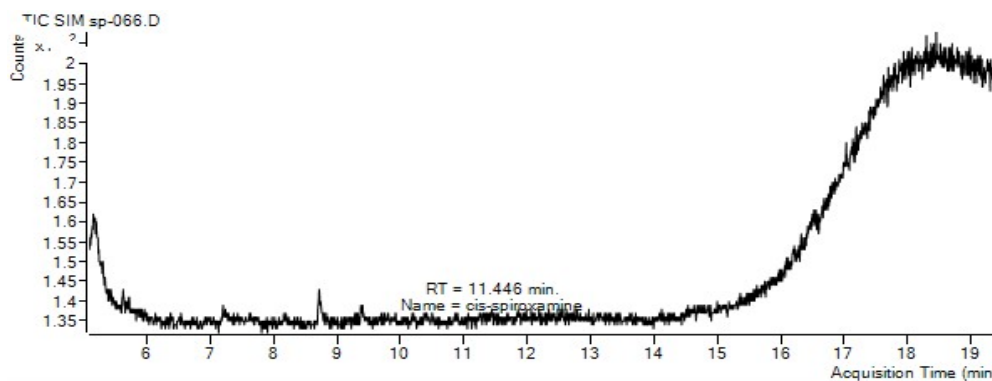


Рис. 4. Хроматограмма экстракта неэкспонированной пробоотборной системы (сорбционная трубка ORBO™-402, заполненная Tenax-TA)

Figure 4. Chromatogram of an extract from an unexposed sampling system (ORBO™-402 sorption tube filled with Tenax-TA)

Использование сорбционных трубок с сорбентом Tenax-TA позволило эффективно улавливать спироksamин из воздушной среды с приемлемым проскоком при аспирации и допустимой полнотой извлечения.

Созданный метод апробирован при проведении гигиенических исследований в Московской области в период регистрационных испытаний для оценки экспозиционных уровней в пробах атмосферного воздуха, отобранных при наземном штанговом опрыскивании полевых культур (ячменя и картофеля) препаратами (содержание действующего вещества 300 г/л и 150 г/л) с нормой расхода 1,0 и 1,2 л/га и через три дня после обработки.

При аспирации 20 дм³ атмосферного воздуха, отобранного на расстоянии 50-300 м от участка обработки, спироksamин не выявлен на уровне установленного нижнего предела количественного определения – 0,001 мг/м³. Отсутствие спироksamина в атмосферном воздухе свидетельствует о безопасности данного фунгицида для населения и объектов окружающей среды.

Заключение. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность сорбента Tenax-TA при отборе проб атмосферного воздуха для измерений концентраций спироksamина на уровне 0,001 мг/м³ методом капиллярной газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

Валидированный метод обеспечивает контроль содержания спироksamина в атмосферном воздухе и может быть использован в научных исследованиях при выполнении работ по оценке риска, а также для доказательства отсутствия неблагоприятного воздействия препаратов на основе спироksamина на население и окружающую среду.

Список литературы:

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pesticides Use, [дата обращения 10.03.2023]. [Электронный ресурс]. Доступно по: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>.

2. Нищук Д.С., Ляпунова О.Ф., Жижина Е.Ю., Голубцов Д.Н., Фролов А.И. Эффективность фунгицидов против септориоза на озимой пшенице. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 3 (74). с. 79-86.
3. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. ООО «Издательство Листерра». 20215. Выпуск 25. с. 261-262.
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». 2021.
5. МУ 1.2.3017-12. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих. 2012.
6. Gil, Y., Sinfort, C. Emission of pesticides to the air during sprayer application: A bibliographic review. *Atmos. Environ.* 2005; 39: 5183-5193. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2005.05.019.
7. ГОСТ Р ИСО 16000-1-2007. Воздух замкнутых помещений. Часть 1. Отбор проб. Общие положения. М. Стандартинформ. 2007.
8. Josephine Al-Alam, Marine Navy, Housseynou Ba, Cuong Pham-Huu, Maurice Tillet. Passive air samplers based on ceramic adsorbent for monitoring of organochlorine pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in outdoor air. *Environmental Technology & Innovation*; 2020. Volume 20, 101094. DOI:10.1016/j.eti.2020.101094.
9. J A Turner. A World Compendium the Pesticide Manual eighteenth edition. British Crop Production Council. January 1; 2018. с. 1067-1069.
10. Claude Schumer 1, Elodie Mothiron, Brice MR Appenzeller, Anne-Laure Rizet, Robert Wennig, Maurice Millet. Temporal variations of concentrations of currently used pesticides in the atmosphere of Strasbourg, France. *Environ Pollut.* 2010 Feb; 158(2): 576-84. DOI: 10.1016/j.envpol.2009.08.019.
11. K. Martin S, Dévier M-H, Cruz J, Duporté G, Barron E, Gaillard J, Le Menach K, Pardon P, Augagneur S, Flaud P-M, Villenave É, Budzinski H. Passive Sampling as a Tool to Assess Atmospheric Pesticide Contamination Related to Vineyard Land Use. *Atmosphere.* 2022; 13(4):504. DOI:10.3390/atmos13040504.
12. МУК № 1824-03 «Методические указания по измерению концентраций спироксамина в воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии». Сборник «Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды»; 2007. с. 208-217.
13. ГОСТ 17.23.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». 1987.
14. Etzel, W.A.; Gau, W.; Kramer, W.; Stelzer, U.; Weissmuller, J. Assignment of the stereochemistry of spiroxamine by two-dimensional NMR spectroscopy and stereoselective chemical synthesis. *Magnetic Resonance in Chemistry.* 1998; 36(1): 64-68.
15. Перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847.
16. Павлюк М.А., Ануфриев О.Н., Понаморева Т.С. Сорбционные трубки Терах-ТА как эффективный инструмент при выполнении анализа воздушной среды методом газовой хроматографии. *Известия ТулГУ. Естественные науки.* 2016. 4: 75-82.
17. А. В. Пирогов, Е. С. Маркова, В. Ю. Ананьев. Пассивные сорбенты на основе углеродных материалов и их сравнение для оценки нефтегазоносности пород. *Журнал аналитической химии*; 2021. Т. 76 (10): 876-889.

18. С.М. Лещев, А.Н. Черновец, А.В. Каплин, В.А. Винарский, Р.А. Юрченко. Сравнительная характеристика сорбционной способности неподвижных хроматографических фаз по отношению к летучим веществам различной природы. Вестник БГУ. № 2; 2012.
19. Caroline Rueppel, Bruce M. Appenzeller maurice Millet. Determination of seven pyrethroids biocides and their synergist in indoor air by thermal-desorption gas chromatography/mass spectrometry after sampling on Tenax TA passive tubes. Talanta Volume 131, January 2015; с. 309-314. DOI: 10.1016/j.talanta.2014.07.098.
20. Другов Ю. С., Родин А. А. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство. 6-е изд. Москва: Лаборатория знаний, 2020. с. 127-128.
21. Bin Wang, Zhaoxia Jin, Xiaoyi Xu, Hang Zhou, Xuewen Yao, Fang ying Ji. Effect of Tenax addition amount and desorption time on desorption behaviour for bioavailability prediction of polycyclic aromatic hydrocarbons. Science of The Total Environment. Volume 651, Part 1, 2019; с. 427-434. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.097.
22. Alexandre Sonnette, Maurice Millet, Ruben Ocampo, Laurent Alleman & Patrice Coddeville. Tenax-TA Spiking Approach of Thermal Desorption Coupled to GC-MSMS for the Quantification of PAHs in Indoor Air and Dust, Polycyclic Aromatic Compounds. Polycyclic Aromatic Compounds. Volume 37, 2017, с. 170-177. DOI:10.1080/10406638.2016.1253594.

References:

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pesticides Use, [cited 03/10/2023]. [Internet]. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>.
2. Nishchuk D.S., Lyapunova O.F., Zhizhina E.YU., Golubkov D.N., Frolov A.I. *Effektivnost' fungicidov protiv septorioza na ozimoy pshenice*. [The effectiveness of fungicides against septoria on winter wheat]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. [Bulletin of Voronezh State Agricultural University]. 2022. Т. 15. № 3 (74). p. 79-86. (In Russ)
3. *Spravochnik pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii*. [Directory of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation]. ООО «Izdatel'stvo Listerra». [Listerra Publishing LLC. 20215]. 2021. Vol. 25. p. 261-262 (In Russ.)
4. *SanPin 1.2.3685-21. Gigiyenicheskiye normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya*. [Sanpin 1.2.3685-21. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans]. 2021 (In Russ)
5. *MU 1.2.3017-12. Otsenka riska vozdeystviya pesticidov na rabotayushchih*. [MU 1.2.3017-12. Assessing the risk of exposure to pesticides on workers]. 2012 (In Russ)
6. Gil, Y., Sinfort, C. Emission of pesticides to the air during sprayer application: A bibliographic review. *Atmos. Environ.* 2005; 39: 5183-5193. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2005.05.019.
7. *GOST R ISO 16000-1-2007. Vozduh zamknutyh pomeshchenij. CHast' 1. Otbor prob. Obshchie polozeniya*. [GOST R ISO 16000-1-2007. Air of enclosed spaces. Part 1. Sampling. General provisions]. M. Standartinform. 2007 (In Russ)
8. Josephine Al-Alam, Marine Navy, Housseynou Ba, Cuong Pham-Huu, Maurice Tillet. Passive air samplers based on ceramic adsorbent for monitoring of organochlorine pesticides,

- polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in outdoor air. *Environmental Technology & Innovation*; 2020. Volume 20, 101094. DOI:10.1016/j.eti.2020.101094.
9. J A Turner. *A World Compendium the Pesticide Manual* eighteenth edition. British Crop Production Council. January 1; 2018. p. 1067-1069.
 10. Claude Schumer 1, Elodie Mothiron, Brice MR Appenzeller, Anne-Laure Rizet, Robert Wennig, Maurice Millet. Temporal variations of concentrations of currently used pesticides in the atmosphere of Strasbourg, France. *Environ Pollut.* 2010. 158(2): 576-84. DOI: 10.1016/j.envpol.2009.08.019.
 11. K. Martin S, Dévier M-H, Cruz J, Duporté G, Barron E, Gaillard J, Le Menach K, Pardon P, Augagneur S, Flaud P-M, Villenave É, Budzinski H. Passive Sampling as a Tool to Assess Atmospheric Pesticide Contamination Related to Vineyard Land Use. *Atmosphere.* 2022. 13(4):504. DOI: 10.3390/atmos13040504.
 12. MUK № 1824-03 «*Metodicheskie ukazaniya po izmereniyu koncentracij spiroksamina v vozduhe rabochej zony metodom gazozhidkostnoj hromatografii*». *Sbornik «Opredelenie ostatochnyh kolichestiv pesticidov v pishchevyh produktah, sel'skohozyajstvennom syr'e i ob"ektah okruzhayushchej sredy»*. [MUK No. 1824-03 "Guidelines for measuring the concentration of spiroxamine in the air of the working area by gas-liquid chromatography." Collection "Determination of residual quantities of pesticides in food products, agricultural raw materials and environmental objects"]. 2007. p. 208-217 (In Russ)
 13. GOST 17.23.01-86 «*Ohrana prirody. Atmosfera. Pravila kontrolya kachestva vozduha naseleennyh punktov*». [GOST 17.23.01-86 "Nature protection. Atmosphere. Rules for air quality control in settlements]. 1987 (In Russ.)
 14. Etzel, W.A.; Gau, W.; Kramer, W.; Stelzer, U.; Weissmuller, J. Assignment of the stereochemistry of spiroxamine by two-dimensional NMR spectroscopy and stereoselective chemical synthesis. *Magnetic Resonance in Chemistry.* 1998. 36(1): 64-68.
 15. Perechen' izmerenij, odnosyashchihsya k sfere gosudarstvennogo regulirovaniya obespecheniya edinstva izmerenij. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 16.11.2020 № 1847* (In Russ)
 16. Pavlyuk M.A., Anufriev O.N., Ponamoreva T.S. Sorbcionnye trubki Tenax-TA kak effektivnyj instrument pri vypolnenii analiza vozduшной sredy metodom gazovoj hromatografii. *Izvestiya TulGU. Estestvennyye nauki.* 2016. 4: 75-82 (In Russ)
 17. Pirogov A. V, Markova E. S., Anan'ev V. YU. *Passivnye sorbenty na osnove uglerodnyh materialov i ih sravnenie dlya ocenki neftegazonosnosti porod.* [Passive sorbents based on carbon materials and their comparison for assessing the oil and gas potential of rocks]. *Zhurnal analiticheskoy himii*; [Journal of analytical chemistry]. 2021. Vol. 76 (10): 876-889 (In Russ).
 18. Leshchev S.M., Chernovets A.N., Kaplin A.V., Vinarskiy V.A., Yurchenko R.A. *Sravnitel'naya harakteristika sorbcionnoj sposobnosti nepodviznyh hromatograficheskikh faz po otnosheniyu k letuchim veshchestvam razlichnoj prirody.* [Comparative characteristics of the sorption capacity of stationary chromatographic phases in relation to volatile substances of various nature]. *Vestnik BGU.* [BSU Bulletin]. № 2, 2012. (In Russ)
 19. Caroline Rueppel, Bruce M. Appenzeller maurice Millet. Determination of seven pyrethroids biocides and their synergist in indoor air by thermal-desorption gas chromatography/mass spectrometry after sampling on Tenax TA passive tubes. *Talanta* Volume 131, January 2015. p. 309-314. DOI: 10.1016/j.talanta.2014.07.098.

20. Drugov YU. S., Rodin A. A. *Gazohromatograficheskiy analiz zagryaznennogo vozduha: prakticheskoe rukovodstvo*. [Gas chromatographic analysis of polluted air: a practical guide]. 6-е изд. Москва: Laboratoriya znanij, Issue 6, Moscow, Laboratory knowledge, 2020. p. 127-128 (In Russ)
21. Bin Wang, Zhaoxia Jin, Xiaoyi Xu, Hang Zhou, Xuewen Yao, Fang ying Ji. Effect of Tenax addition amount and desorption time on desorption behaviour for bioavailability prediction of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Science of The Total Environment*. Volume 651, Part 1, 2019. p. 427-434. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.097.
22. Alexandre Sonnette, Maurice Millet, Ruben Ocampo, Laurent Alleman & Patrice Coddeville. Tenax-TA Spiking Approach of Thermal Desorption Coupled to GC-MSMS for the Quantification of PAHs in Indoor Air and Dust, Polycyclic Aromatic Compounds. *Polycyclic Aromatic Compounds*. Volume 37, 2017, p. 170-177. DOI:10.1080/10406638.2016.1253594.

Поступила/Received: 31.03.2023

Принята в печать/Accepted: 18.04.2023

УДК 613.15: 543.42

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Родионов А.С.¹, Егорова М.В.^{1,2}, Федорова Н.Е.¹

¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, Мытищи, Московская область, Россия

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

В список приоритетных загрязняющих веществ, контролируемых в атмосферном воздухе крупных промышленных центров в рамках федерального проекта «Чистый воздух», входят тяжелые металлы. Для повышения достоверности их определения на уровне 0,8 ПДК предлагается метод, включающий отбор аэрозолей на фильтры Millipore-MF из смешанных эфиров целлюлозы, с последующим переводом определяемых металлов и металлоидов в раствор методом микроволновой минерализации в закрытой системе реакторного типа. Проведена апробация метода при исследованиях атмосферного воздуха на маршрутных постах г. Череповец.

Цель исследования - апробация предлагаемой схемы количественного анализа тяжелых металлов при исследовании состояния атмосферного воздуха в промышленном городе-участнике Федерального проекта «Чистый воздух».

Материалы и методы. Отбор проб атмосферного воздуха произведен на фильтры из смешанных эфиров целлюлозы Millipore-MF диаметром 37 мм, с размером пор 0,8 мкм. Пробоподготовка фильтров выполнена методом микроволновой минерализации при повышенном давлении в закрытой системе реакторного типа. Количественный анализ содержания тяжелых металлов проведен методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой с использованием прибора Agilent 7800 ICP-MS. Все этапы пробоподготовки, включая вскрытие пробоотборных «кассет», процедуры разбавления проб и приготовления стандартных растворов, проводились в чистом рабочем месте, свободном от следов анализируемых элементов. Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета «Анализ данных» программы Microsoft Excel.

Результаты. В результате проведенной апробации отмечены основные достоинства и недостатки каждого этапа предлагаемой схемы анализа. Установлены и валидированы пределы количественного определения для металлов, вошедших в список приоритетных загрязнителей. Сделан вывод об отсутствии превышений ПДК на маршрутных постах в атмосферном воздухе г. Череповец. Пригодность используемой схемы дополнительно подтверждена в результате сравнительных испытаний с ФБУЗ «ЦГиЭ» в Вологодской области по г. Череповец.

Ключевые слова: аэрозольные фильтры; атмосферный воздух; тяжелые металлы; микроволновая минерализация; масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой.

Для цитирования: Родионов А.С., Егорова М.В., Федорова Н.Е. Апробация методических подходов определения тяжелых металлов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в атмосферном воздухе промышленного города. Медицина труда и экология человека. 2023;205-222.

Для корреспонденции: Родионов Александр Сергеевич, младший научный сотрудник отдела аналитических методов контроля ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, e-mail: rodionovas@fferisman.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10316>

APPROBATION OF HEAVY METAL DETERMINATION BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA MASS SPECTROMETRY IN THE ATMOSPHERIC AIR OF AN INDUSTRIAL CITY

¹Rodionov A.S., ¹Egorova M.V., Fedorova N.E., ^{1,2}

¹«The F.F. Erisman Federal scientific center of Hygiene» of the Federal Service of Surveillance in the Sphere of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Mytishchi, Moscow Region, Russia;

²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Russian Health Ministry, Moscow, Russia.

Heavy metals are on the list of priority pollutants monitored in the atmospheric air of major industry sites under the Federal «Clean Air» Project. In order to increase the reliability of their determination, the method of aerosol sampling on Millipore-MF filters of mixed cellulose ethers, followed by conversion of determined metals and metalloids into solution by microwave mineralisation in a closed reactor-type system is proposed. The method was tested in atmospheric air analysis at the route posts in Cherepovets.

The aim of the research was to test the proposed method of quantitative analysis of heavy metals in air at the research of atmospheric air quality in industrial city, included in program of the Federal Project "Clean Air".

Materials and methods. *Sampling of atmospheric air was carried out on Millipore-MF filters made of mixed cellulose ethers, 37 mm in diameter, with a pore size of 0.8 µm. The filters were converted into solution by microwave mineralisation at elevated pressure in a closed reactor-type system. Quantitative analysis of heavy metal content was performed by inductively coupled plasma mass spectrometry using an Agilent 7800 ICP-MS spectrometer. All stages of sample preparation, including opening of «sample cassettes», sample dilution procedures and preparation of standard solutions, were carried out in a «clean workplace». Statistical data processing was performed by the Microsoft Excel «Data Analysis» package.*

Results. *As a result of the approbation, the main advantages and disadvantages of each stage of the proposed analytical method were noted. The limits of quantification of the metals included in the list of priority pollutants were determined and validated. The conclusion on absence of exceeding of the maximum permissible concentrations at the route stations in the atmospheric air of Cherepovets is made. The suitability of the applied scheme has been further confirmed by comparative tests with «Federal Hygienic and Epidemiological Center» of Vologda region in Cherepovets.*

Key words: *aerosol filters; atmospheric air; heavy metals; microwave mineralization; inductively coupled plasma mass spectrometry*

For citation: Rodionov A.S., Egorova M.V., Fedorova N.E. *Approbation of heavy metal determination by inductively coupled plasma mass spectrometry in the atmospheric air of an industrial city. Occupational Health and Human Ecology.*2023:205-222.

For correspondence: Alexander S. Rodionov, Junior researcher of an analytical control methods department of the F.Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: rodionovas@fferisman.ru

Financing: the study had no financial support

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10316>

Согласно данным Росгидромета, в 46 городах России с общей численностью населения 13,4 млн человек, 12% из которых городское население, уровень загрязнения воздуха в 2018 году оценивался как высокий и очень высокий, что стало причиной реализации масштабного федерального проекта «Чистый воздух» в рамках национального проекта «Экология» [1]. Особое внимание уделено 12 промышленным центрам страны, жители которых в значительной степени подвергаются воздействию токсичных веществ, в их число вошли: Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец, Чита [2].

В список основных загрязняющих веществ, контролируемых в перечисленных населенных пунктах, входят взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, формальдегид, фенол, сероводород, сероуглерод, аммиак, бенз(а)пирен и тяжелые металлы [3, 4].

Отдельный интерес при рассмотрении крупных городов с многопрофильной промышленностью представляют тяжелые металлы, так как для них характерно присутствие не отдельно взятого элемента, а их комплекса, способного оказывать комбинированное действие на организм, при котором может наблюдаться как суммирование эффектов, так и их потенцирование [5, 6, 7].

Практические подходы к контролю содержания тяжелых металлов в большинстве лабораторий, осуществляющих мониторинг загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации, в частности атмосферного воздуха, основываются на методах атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) и атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС), согласно ряду утвержденных методических документов [8, 9, 10].

Традиционно процедура включает стадии отбора, пробоподготовки и анализа. Именно стадия отбора проб на аэрозольные фильтры, а также их пробоподготовка являются лимитирующими в случае элементного анализа. Оба этапа вносят существенный вклад в общую неопределенность метода, обусловленную внушительным влиянием систематических и случайных эффектов на результат.

Основным фактором, накладывающим ограничения на анализ, связанным с этапом отбора проб, является не регламентированное загрязнение применяемого фильтроматериала. Проблема фонового загрязнения пробоотборных фильтров в Российской Федерации достаточно масштабно распространена, так как во всех действующих методических документах, описывающих контроль атмосферных аэрозолей, рекомендуется использовать ацетилцеллюлозные фильтры типа АФА, характеризующиеся высокими концентрациями

элементов в неэкспонированных фильтрах [11]. Еще одним существенным недостатком является выявленный значительный разброс в содержании элементов в фильтрах даже из одной партии.

Для решения проблемы загрязнения фильтров в российских методиках предлагается простой прием – измерение содержания анализируемых элементов в неэкспонированном фильтре и учет полученных значений при вычислении итогового результата. Однако, большая величина разброса в содержании элементов в фильтрах вызывает сомнения в достоверности результатов, получаемых с использованием такого подхода, особенно если учесть, что обычно предлагается измерять один холостой фильтр за всю серию анализа.

Соответственно, наиболее очевидным решением является поиск более совершенного фильтроматериала с меньшим фоновым загрязнением. Например, значительно уменьшить пределы обнаружения и повысить точность измерений позволяет применение фильтров Millipore-MF, для которых характерен существенно меньший разброс и фоновое содержание элементов по сравнению с фильтрами АФА (таблица 1).

Таблица 1

Фоновые уровни и разброс содержания металлов в неэкспонированных фильтрах [11]

Table 1

Background levels and scatter of metal content in unexposed filters [11]

Фильтры Millipore-MF			Фильтры АФА-ХА 20		
Элемент	Среднее содержание на фильтре, мкг (n=20)	СКО, % (n=20)	Элемент	Среднее содержание на фильтре, мкг (n=20)	СКО, % (n=20)
Cr	0,202	10,75	Cr	0,679	12,05
Cu	0,328	13,50	Cu	0,837	15,61
Sb	0,005	6,76	Sb	0,005	42,89
Pb	0,054	33,06	Pb	0,217	23,63
Na	28,449	12,37	Na	32,601	36,82
Ca	47,642	4,84	Ca	165,495	98,99
Mg	1,914	2,45	Mg	3,226	52,65
Mn	0,122	0,24	Mn	0,569	9,08
Ni	0,041	0,25	Ni	1,312	12,23
Co	0,002	0,89	Co	0,011	25,69
Al	2,902	0,09	Al	3,597	11,70
Fe	1,253	14,95	Fe	6,098	36,82
Cd	0,001	0,60	Cd	0,001	76,64

Процедура пробоподготовки фильтра может осуществляться методами «мокрого» или «сухого» озоления [12], а также при помощи более современного метода микроволновой минерализации [13].

Методы «мокрого» и «сухого» озоления подразумевают разложение в открытом сосуде при нагревании, с чем и связаны наиболее существенно влияющие на результат анализа их недостатки. Открытый сосуд подвержен контаминации пробы из воздуха лабораторного помещения, что оказывает выраженное влияние на результат, особенно при анализе макроэлементов. Процедуры озоления в открытом сосуде неизбежно сопровождаются вскипанием минерализующих агентов, что может приводить к сильному разбрызгиванию растворов и, соответственно, потерям целевых аналитов.

Перечисленные недостатки отсутствуют в методе микроволновой минерализации в закрытом сосуде при повышенном давлении. Из положительных сторон метода также следует отметить его простоту, «чистоту», экспрессность, минимизацию возможности перекрестного загрязнения проб. Однако в случае микроволновой минерализации особое внимание необходимо уделять чистоте сосудов для разложения. Большинство предлагаемых коммерческими организациями сосудов для микроволновых систем изготовлены из фторопласта – материала, инертного к микроволновому излучению.

Проблема использования фторопласта состоит в ярко выраженном «эффekte памяти», для устранения которого необходимо прибегать к специальным процедурам очистки [14], а также проводить периодический контроль чистоты используемой посуды.

Рассматривая каждую стадию, следует отметить, что вклад процедуры измерений в общую неопределенность метода за счет использования метрологически поверенного оборудования минимален, к тому же методы ААС и ИСП-АЭС являются селективными по своей физической природе. Однако не стоит недооценивать значимость спектральных интерференций, матричных эффектов [15], а также неинструментальных погрешностей [16], способных привести к неправильной интерпретации получаемых результатов. В настоящее время наиболее мощным инструментом, менее подверженным влиянию вышеперечисленных воздействий, является метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой [17]. Тем не менее в связи с высокой стоимостью оборудования и непосредственно анализа метод сравнительно мало распространен на территории РФ, что и обуславливает малую наполненность методической базы для его применения в различных сферах.

При рассмотрении существующих подходов к элементному анализу аэрозольных фильтров в качестве оптимальной схемы был выбран отбор проб с использованием аэрозольных фильтров Millipore-MF с последующей микроволновой пробоподготовкой при количественном определении методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Цель настоящей работы состояла в апробации предлагаемой схемы количественного анализа тяжелых металлов при исследовании состояния атмосферного воздуха в промышленном городе-участнике Федерального проекта «Чистый воздух».

Материалы и методы. Отбор проб атмосферного воздуха проводился двукратно, в разные дни, три раза за сутки, на 2 маршрутных постах, расположенных в «чистой» зоне, по адресу: г. Череповец, ЖК «Макаринская роща», ул. Суворова, 6 и зоне влияния выбросов по адресу: г. Череповец, ул. Бардина, 25.

Процедура анализа, включая стадии отбора и пробоподготовки, соответствовала представленной на рисунке 1.

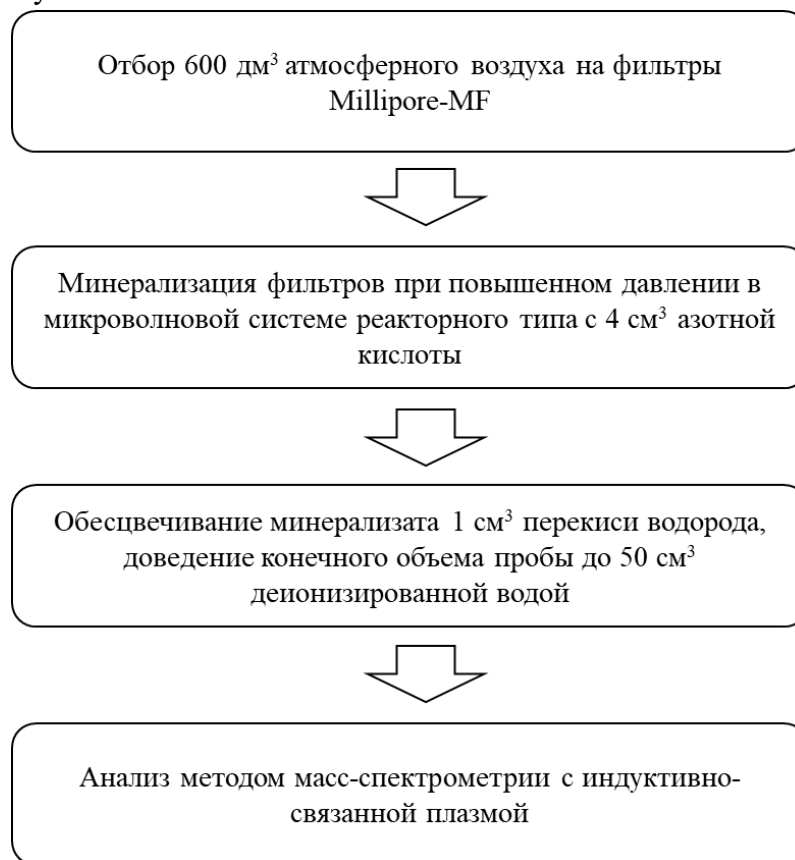


Рис. 1. Схема выполнения анализа атмосферных аэрозолей на содержание тяжелых металлов

Figure 1. Scheme for the analysis of atmospheric aerosols for the content of heavy metals

Отбор проб проводился на мембранные фильтры Merck Millipore-MF (рис. 2), изготовленные из смешанных эфиров целлюлозы с размером пор 0,8 мкм и диаметром 37 мм, допустимой нагрузкой 16 дм³/мин на см² в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» [18], в течение 30 мин с объемным расходом 20 дм³/мин. Фильтры до и после отбора находились в герметизированной пробоотборной кассете, исключаяющей их контакт с окружающей средой, что позволило избежать контаминации проб при транспортировке.

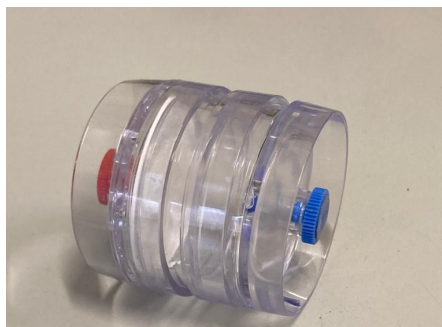


Рис. 2. Общий вид фильтра Merck Millipore 37 mm

Figure 2. General view of the filter Merck Millipore 37 mm

После транспортировки в лабораторию пробоотборные кассеты вскрывали, фильтры извлекали, помещали в сосуд для микроволнового разложения, в них вносили 4 см³ азотной кислоты, затем подвергали минерализации при повышенном давлении при помощи микроволновой системы пробоподготовки реакторного типа Milestone UltraWave в соответствии со стандартной программой разложения для целлюлозы. По окончании процесса пробоподготовки в каждый сосуд для минерализации добавляли 1 см³ перекиси водорода для ускорения дегазации и обесцвечивания раствора минерализата. Прозрачный минерализат количественно переносили в полипропиленовые пробирки на 50 см³, доводили до метки деионизированной водой и анализировали методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой с использованием прибора Agilent 7800 ICP-MS на содержание 18 элементов (хром, алюминий, железо, свинец, марганец, никель, кадмий, цинк, медь, натрий, магний, калий, кальций, кобальт, серебро, стронций, барий, таллий).

Анализ проводился при следующих условиях. Напряжение на RF-генераторе составляло 1550 Вт, глубина плазмоотбора – 8,0 мм. Скорости потоков плазмообразующего, вспомогательного и распылительного газов составляли 15,0, 0,90 и 1,05 л/мин соответственно; скорость вращения насоса при распылении - 0,1 об/с; температура распылительной камеры - 2⁰С. При оптимизации рабочих параметров ионной оптики были выбраны следующие величины: напряжение на 1-й экстрагирующей линзе – 0,0 В; на 2-й экстрагирующей линзе – (-200 В); на смещающей омега-линзе – (-90 В); на омега-линзе – 10,0 В; на линзе на входе в реакционную ячейку – (- 30 В); на линзе на выходе из реакционной ячейки – (- 50 В). Высокочастотное напряжение на октополе составляло 200 В; смещающее напряжение на октополе – (- 8,0 В). При проведении анализа время интегрирования составляло 0,1 с.

При анализе раствора для тюннга с использованием указанных параметров, содержащего Li, Y, Ce, Tl, чувствительность составляла (имп×с-1/мг/дм³): 8215000 для ⁷Li, 22362000 для ⁸⁹Y, 17667000 для ²⁰⁵Tl; уровень оксидных ионов 156/140 -1.196%; уровень двухзарядных ионов 70/140 - 1.273 %.

Все этапы пробоподготовки, включая вскрытие пробоотборных «кассет», процедуры разбавления проб и приготовления стандартных растворов проводились в чистом рабочем месте [19], свободном от следов анализируемых элементов. Лабораторная посуда подвергалась процедуре глубокой очистки пропариванием 0,3 молярным раствором азотной кислоты. При проведении минерализации фильтров использовались реактивы квалификации ТМА (trace metal analysis). При разбавлении образцов была использована деионизированная вода I класса чистоты, приготовленная с помощью системы очистки и фильтрации воды проточного типа Merck «Milli-Q Integral 5» [20].

Модельные пробы воздушной среды, используемые при проведении валидации метода, готовили путем нанесения аликвоты стандартного раствора известной концентрации аналита непосредственно на фильтр с последующей аспирацией заданного объема воздуха в «чистом рабочем месте», свободном от следов анализируемых элементов. После аспирации проводили пробоподготовку фильтров, аналогичную процедуре, используемой для натуральных проб, и анализ.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета «Анализ данных» программы Microsoft Excel, нормальность распределения оценивалась по критерию

Дэвида – Хартли – Пирсона, количественные значения - с помощью средней и ее стандартной ошибки ($C \pm SD$). Статистическая значимость оценивалась с использованием t-критерия Стьюдента, корреляционный анализ проводили с помощью коэффициента корреляции Пирсона, значимость различий оценивалась при $p < 0,05$.

Результаты. Результаты валидации предлагаемого метода при исследовании модельных образцов с внесением аналитов в диапазоне 1 – 10 пределов количественного определения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты валидации метода определения тяжелых металлов в атмосферном воздухе методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой

Table 2

Results of validation of the method for the determination of heavy metals in atmospheric air by inductively coupled plasma mass spectrometry

Определяемое вещество	Диапазон содержания определяемого вещества в воздухе, мг/м ³	Характеристика погрешности, δ , %, $P=0,95$	Показатель повторяемости (среднеквадратичное отклонение повторяемости), σ_r , %	Показатель воспроизводимости (среднеквадратичное отклонение воспроизводимости), σ_R , %	Средняя полнота извлечения вещества, %
1	2	3	4	5	8
Алюминий	0,003 – 0,03	12,53	3,0	4,2	95,6
Сурьма	0,00002 – 0,0002	13,88	6,1	8,5	92,1
Хром	0,0005 – 0,005	13,59	3,8	5,3	99,9
Кобальт	0,000084 – 0,00084	11,09	2,9	4,1	98,8
Медь	0,0005 – 0,005	19,40	5,3	7,5	104,0
Железо	0,003 – 0,03	11,84	4,4	6,2	95,0
Свинец	0,000167 – 0,00167	12,79	8,3	11,6	95,4
Кадмий	0,000084 – 0,00084	14,66	5,8	8,1	91,0
Магний	0,00167 – 0,0167	12,89	4,2	5,9	104,5
Марганец	0,00167 – 0,0167	14,09	1,2	1,6	104,7
Никель	0,0005 – 0,005	11,95	1,6	2,2	102,1
Цинк	0,00167 – 0,0167	14,16	2,9	4,1	105,2

Результаты, полученные при исследовании атмосферного воздуха, отобранного на двух маршрутных постах г. Череповец, представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Результаты исследований (мониторинговая точка № 1: Вологодская область, г. Череповец, ЖК «Макаринская роща», ул. Суворова, 6)

Table 3

Research results (monitoring point No. 1: Vologda region, Cherepovets, residential complex "Makarinskaya Roshcha", 6, Suvorov str.)

Определяемые показатели	Результаты измерений/ испытаний, с учетом относительной погрешности метода, мг/м ³			ПДК [21]** (м.р./с.с.), мг/м ³	Предел обнаружения, мг/м ³	Предел количественного определения, мг/м ³
	7:00-7:30	10:00-10:30	13:00-13:30			
Время отбора	7:00-7:30	10:00-10:30	13:00-13:30			
Хром	Менее 0,0001*	Менее 0,0001*	0,00016±0,0004	-/0,0015	0,0001	0,0005
Алюминий	0,00050±0,00013	Менее 0,000002*	0,00010±0,000025	-/0,01	0,000002	0,003
Железо	0,00149±0,00037	Менее 0,0009*	Менее 0,0009*	-/0,04	0,0009	0,003
Свинец	0,00004±0,00001	Менее 0,00001*	Менее 0,00001*	0,001/0,0003	0,00001	0,00017
Марганец	0,000020±0,000005	0,0000100±0,0000025	0,0000100±0,0000025	0,01/0,001	0,0000005	0,0017
Никель	0,000057±0,000014	0,00000700±0,00000017	Менее 0,0000007*	-/0,001	0,0000007	0,0005
Кадмий	0,0000150±0,0000037	0,00004±0,00001	0,00000100±0,00000025	-/0,0003	0,0000006	0,000084

Цинк	Менее 0,0005*	Менее 0,0005*	Менее 0,0005*	-/0,05	0,0005	0,002
Медь	0,000170± 0,000043	Менее 0,00003*	0,000060± 0,000015	-/0,002	0,00003	0,0005
Натрий	0,00150± 0,00037	0,00290± 0,00073	0,00100± 0,00025	-	0,0001	-
Магний	0,00020± 0,00005	0,000100± 0,000025	0,000100± 0,000025	0,4/0,05	0,00006	0,0016 7
Калий	Менее 0,001	Менее 0,001	Менее 0,001	-	0,001	-
Кальций	Менее 0,001	Менее 0,001	Менее 0,001	0,03/0,01	0,001	-
Кобальт	Менее 0,0000004	Менее 0,0000004	Менее 0,0000004	-/0,0004	0,000000 4	0,0000 8
Серебро	0,00000300± 0,00000075	Менее 0,000002	Менее 0,000002	-	0,000000 6	-
Стронций	Менее 0,0000003	Менее 0,0000003	Менее 0,0000003	-	0,000000 3	-
Барий	Менее 0,00004	Менее 0,00004	Менее 0,00004	0,015/ 0,004	0,00004	-
Таллий	0,0000100± 0,0000025	0,00000300± 0,00000075	0,00000100 ± 0,00000025	-/0,0004	-	-

Таблица 4
 Результаты исследований (мониторинговая точка № 2: Вологодская область, г. Череповец, ул. Бардина, 25)

Table 4

Research results (monitoring point No. 2: Vologda region, Cherepovets, 25, Bardin str.)

Определяемые показатели	Результаты измерений/ испытаний, с учетом относительной погрешности метода, мг/м ³			ПДК [21]** (м.р./с.с.), мг/м ³	Предел обнаружения, мг/м ³	Предел количественного определения, мг/м ³
	16:00-16:30	19:00-19:30	22:00-22:30			
Хром	Менее 0,0001*	Менее 0,0001*	Менее 0,0001*	-/0,0015	0,0001	0,0005
Алюминий	0,00052± 0,00013	0,000370± 0,0000093	0,00087± 0,00022	-/0,01	0,000002	0,003
Железо	0,00301± 0,00075	Менее 0,0009	0,00097± 0,00024	-/0,04	0,0009	0,003
Свинец	Менее 0,00001*	Менее 0,00001*	Менее 0,00001*	0,001/ 0,0003	0,00001	0,00017
Марганец	Менее 0,0000005*	0,00004900 ± 0,00000123	0,000028± 0,000007	0,01/0,001	0,000005	0,0017
Никель	Менее 0,0000007*	Менее 0,0000007*	Менее 0,0000007*	-/0,001	0,000007	0,0005
Кадмий	0,00000100± 0,00000025	0,00000100 ± 0,000000025	Менее 0,0000006*	-/0,0003	0,000006	0,000084
Цинк	Менее 0,0005*	Менее 0,0005*	Менее 0,0005*	-/0,05	0,0005	0,002

Медь	Менее 0,00003*	Менее 0,00003*	Менее 0,00003*	-/0,002	0,00003	0,0005
Натрий	0,0024± 0,0006	0,0016± 0,0004	0,0016± 0,0004	-	0,0001	-
Магний	0,00050± 0,00013	0,00042± 0,00011	0,00077± 0,00019	0,4/0,05	0,00006	0,00167
Калий	Менее 0,001	Менее 0,001	Менее 0,001	-	0,001	-
Кальций	Менее 0,001	Менее 0,001	Менее 0,001	0,03/0,0 1	0,001	-
Кобальт	Менее 0,0000004	Менее 0,0000004	Менее 0,0000004	-/0,0004	0,00000 04	0,00008
Серебро	0,0000020 ± 0,0000005	Менее 0,000002	Менее 0,000002	-	0,00000 06	-
Стронций	Менее 0,0000003	Менее 0,0000003	Менее 0,0000003	-	0,00000 03	-
Барий	Менее 0,00004	Менее 0,00004	Менее 0,00004	0,015/ 0,004	0,00004	-
Таллий	0,0000010 0± 0,0000002 5	0,00000100 ± 0,00000025	0,000000300±0,00000 0075	-/0,0004	-	-

Обсуждение результатов. На основании полученных данных рассмотрены преимущества и недостатки каждого из этапов предлагаемой схемы.

При использовании фильтров Millipore-MF на стадии отбора упрощаются процедуры, связанные с хранением и транспортировкой проб за счет поставки фильтров в герметично закрытых пробоотборных кассетах. Также нивелируется ошибка, вызываемая загрязнением, вносимым оператором при установке фильтров в аллонж, что является необходимым при работе с фильтрами АФА. Однако для отбора проб с фильтрами Millipore-MF также необходимы вспомогательные материалы – специальный адаптер из нержавеющей стали с химической полировкой, позволяющий осуществить коммуникацию шланга аспиратора с пробоотборной кассетой. Такие адаптеры также являются коммерчески доступными. Следует еще раз отметить отсутствие необходимости помещения фильтров после отбора в

какие-либо сосуды или конверты, способные оградить фильтр от контаминации при транспортировке и хранении, так как названные проблемы решены пробоотборной кассетой.

Еще одно преимущество – высокое значение максимальной нагрузки на фильтр, при учете диаметра в 37 мм – 172 дм³/мин, дополнительное усиление фильтра выполнено с помощью специальной целлюлозной подложки, которую можно извлечь при работе с низкими значениями расхода воздуха. Безусловным преимуществом является наличие паспорта на каждую упаковку фильтров, в котором отражено загрязнение по результатам гравиметрического анализа. Низкие значения и минимальный разброс в содержании элементов в данных фильтрах подтвержден в ходе собственных исследований [12].

В качестве недостатка следует отметить необходимость применения мощных пробоотборных устройств, способных обеспечить стабильный расход воздуха как минимум в 20 дм³ через отверстие пробоотборной кассеты с малым диаметром. При отборе с меньшим расходом не удастся соблюсти требования нормативно-методических документов, регламентирующих отбор проб атмосферного воздуха [18], а также выйти на уровень установленных гигиенических нормативов [21].

Использование микроволновых реакторов также полностью оправдано. Значительным преимуществом является возможность разложения в одном цикле образцов разной массы, возможность включения в один цикл большого числа образцов (до 26), в зависимости от конфигурации используемого штатива. При этом доступен полноценный онлайн-мониторинг температуры и давления при проведении процесса. Значительно упрощается процесс сбора сосуда для разложения, так как отсутствует специализированный защитный кожух – его роль выполняет инертный газ, нагнетаемый в камеру реактора до достижения давления в 40 атм. Конструкция микроволнового реактора позволяет работать при высоком давлении, что немаловажно, так как повышает полноту разложения образцов.

Анализ методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой обеспечивает возможности экспрессного многоэлементного анализа с высокой точностью, в большом диапазоне линейности. При этом существенно сокращается время, затрачиваемое на анализ. Проще, в сравнении с другими методами элементного анализа, разрешаются матричные эффекты. Специфичные для этого метода влияния, такие как изобарные и полиатомные наложения, устраняются либо при помощи математических инструментов коррекции сигнала на основании общедоступной информации о природной распространенности изотопов элементов, либо благодаря использованию мультипольной ячейки соударения.

Чувствительность детектора типа ФЭУ (фотоэлектронный умножитель) в сочетании с квадрупольным масс-фильтром позволяет работать с ультранизкими концентрациями с высоким уровнем достоверности.

Для используемого подхода рассчитаны пределы количественного определения для элементов, входящих в список приоритетных загрязнителей, согласно программе федерального проекта «Чистый воздух», а именно для алюминия, сурьмы, хрома, кобальта, меди, железа, свинца, кадмия, магния, марганца, никеля, цинка. Расчет произведен для обеспечения контроля на уровне 0,8 ПДК для атмосферного воздуха [18].

Установленные пределы количественного определения были валидированы в результате исследования модельных образцов с внесением целевых элементов в диапазоне 1 – 10 пределов количественного определения (табл. 2). Установленный диапазон полноты извлечения составил 91-105,2% для исследуемых элементов. Рассчитанная характеристика

погрешности не превышает 25%, что свидетельствует о пригодности метода для измерения массовых концентраций алюминия, сурьмы, хрома, кобальта, меди, железа, свинца, кадмия, магния, марганца, никеля, цинка в атмосферном воздухе.

Для дополнительно представленных элементов рассчитаны пределы обнаружения на основании данных по их содержанию в неэкспонированных фильтрах, согласно формуле:

$$DL = \frac{C \cdot SD \cdot 3 \cdot V}{600},$$

где DL – предел обнаружения, С – среднее содержание элементов на фильтре, вычисленное при n (количество исследованных фильтров) = 20, мкг/дм³, SD – стандартное отклонение, %, V – конечный объем пробы, дм³.

Приведение предела обнаружения представляет интерес для ситуаций, в которых обнаруживаемое значение концентраций оказывается ниже предела количественного определения, но может иметь значение при расчете потенциального риска здоровью населения или определении тенденций изменения уровней загрязнения среды для своевременного принятия управленческих решений.

Заключение. Проведена апробация метода измерения массовых концентраций металлов в воздушной среде (атмосферный воздух) при отборе аэрозолей на фильтры Millipore-MF из смешанных эфиров целлюлозы, с последующим переводом определяемых металлов и металлоидов в раствор методом микроволновой минерализации в закрытой системе.

В число основных преимуществ входит простота отбора, транспортировки, хранения, а также минимальное загрязнение предлагаемых фильтров. Метод разложения в микроволновом реакторе позволяет увеличить скорость пробоподготовки, при этом повышая полноту разложения матрицы. Применение масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой приводит к существенному увеличению производительности за счет одномоментного многоэлементного анализа при снижении пределов обнаружения.

Проведенные исследования демонстрируют отсутствие превышений ПДК на обеих мониторинговых точках, независимо от времени суток и расположения относительно крупных металлургических предприятий, портов и мест большого скопления транспорта.

Достоверность применяемого подхода для анализа атмосферных аэрозолей на содержание тяжелых металлов дополнительно подтверждена в ходе сравнительных исследований с ФБУЗ «ЦГиЭ» в Вологодской области по г. Череповцу, по итогу которых получены сопоставимые результаты, что свидетельствует о возможности применения методики для научных лабораторных и мониторинговых исследований.

Список литературы:

1. Шпакова Р.Н. Региональные и иные проблемы разработки и реализации федерального проекта «Чистый воздух». Россия: тенденции и перспективы развития. [2021; 16 (1): 1129 – 1134.
2. Федеральный проект «Чистый воздух» [Электронный ресурс], 2022 [Дата обращения: 22.03.2023]. Доступно по: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/federalnyy-proekt-chistyy-vozdukh/

3. Andreeva E.E., Shur P.Z., Klimenko A.R., Fokin V.A. Hygienic characteristics of the priority environmental media and risk assessment of their influence: case study in Moscow city. *Health Risk Analysis*. 2015; 67-72. DOI: 10.21668/health.risk/2015.4.08
4. Sereda, T. Evaluation of background content of priority contaminating substances in atmospheric air at the pre-design stage of construction of landfill solid waste disposal. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 315 (5): 1 – 5. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052007
5. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы). *Астраханский вестник экологического образования*. 2013, 1 (23): 182-192.
6. Engwa G., Okeke P., Nwalo N., Unachukwu M. Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans. In: *Poisoning in the Modern World - New Tricks for an Old Dog?*; 2019; с. 1 – 23.
7. Balali-Mood M., Naseri K., Tahergorabi Z., Reza M., Sadighi M. Toxic mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium and Arsenic. *Front. Pharmacol*. 2021; 12-2021: 1 – 19. DOI: 10.3389/fphar.2021.643972.
8. РД 52.44.593-2015. Массовая концентрация тяжелых металлов в атмосферном воздухе. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии с беспламенной атомизацией. 2015.
9. ПНД Ф 13.2.3.67-09. Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в атмосферном воздухе населенных мест, воздухе санитарно-защитной зоны, методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. [Quantitative chemical analysis of atmospheric air and atmospheric emissions. Method for performing measurements of the mass concentration of elements in the atmospheric air of populated areas, the air of the sanitary protection zone, using the method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma]. 2009
10. ПНД Ф 13.1:2:3.71-11 ФР.1.31.2015-21767. Количественный химический анализ атмосферного воздуха, выбросов в атмосферу и воздуха рабочей зоны. Методика измерения массовых концентраций загрязняющих компонентов в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, промышленных выбросах в атмосферу методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. 2016
11. Кузьмин С. В., Н. Е. Федорова Н. Е., М. В. Егорова М. В., А. С. Родионов. А. С. изобретатели Федеральное Бюджетное Учреждение Науки "Федеральный Научный Центр Гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, правопреемник. Способ определения массовых концентраций примесей в атмосферном воздухе при помощи масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Патент № 2748671 С1 Российская Федерация, МПК G01N 1/28, G01N 33/00.: № 2020125822. 28.05.2021.
12. Прибыткова Л.Н., Каминский И.П., Белоусов М.В. Методы минерализации. В кн.: *Группа веществ, изолируемых минерализацией. «Металлические яды»: учебное пособие*. Томск: Изд-во СибГМУ; 2021. с. 5 – 12.
13. МУК 4.1.3558-19. Определение металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Микроволновая минерализация проб воздушной среды. 2019

14. Столбоушкина Т.П. Чистота лабораторной посуды – залог достоверных и точных измерений. Альманах современной метрологии. 2018. 14: 201-205.
15. Orhan A. The use of chemical modifiers in electrothermal atomic absorption spectrometry. *Applied Spectroscopy Reviews*. 2022, 1-15. DOI: 10.1080/05704928.2022.2147537
16. Прудников Е.Д. Погрешности атомно абсорбционного анализа с электротермической атомизацией. Вестник СПбГУ. 2003; 2 (15): 106- 111.
17. Metrohm USA Inc. Benefits and Uses of IC-ICP/MS Method. News-Medical [Электронный ресурс] 2020 [Дата обращения: 22.03.2023]. Доступно по: <https://www.news-medical.net/whitepaper/20170905/Benefits-and-Uses-of-IC-ICPMS-Method.aspx>.
18. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. 2005
19. Коркина Д., Кларк-Карская Ю., Иванова А., Захарова А, Кузин А., Гринштейн И. Чистое рабочее место — комплексное решение проблемы загрязнений проб при проведении следового элементного анализа. Аналитика. 2016. 2:58-68.
20. ГОСТ Р 52501-2005. Вода для лабораторного анализа. Технические условия. 2006
- 21 СанПин 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. 2021

References:

1. Shpakova R.N. *Regional'nyye i inyye problemy razrabotki i realizatsii federal'nogo proyekta «Chistyuy vozdukh»*. *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya*. [Regional and other problems of development and implementation of the federal project "Clean Air". Russia: trends and development prospects.] 2021; 16(1): 1129–1134 (In Russ)
2. Federal'nyy proyekt «Chistyuy vozdukh» [Internet], 2022 [cited 03/22/2023]. Available from:https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/federalnyy-proekt-chistyuy-vozdukh/ (In Russ).
3. Andreeva E.E., Shur P.Z., Klimenko A.R., Fokin V.A. Hygienic characteristics of the priority environmental media and risk assessment of their influence: case study in Moscow city. *Health Risk Analysis*. 2015; 67-72. DOI: 10.21668/health.risk/2015.4.08.
4. Sereda, T. Evaluation of background content of priority contaminating substances in atmospheric air at the pre-design stage of construction of landfill solid waste disposal. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 315 (5): 1 – 5. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052007.
5. Teplaya G.A. *Tyazhelyye metally kak faktor zagryazneniya okruzhayushchey sredy (obzor literatury)*. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. [Heavy metals as a factor in environmental pollution (literature review)]. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2013, 1(23):182-192. (In Russ)
6. Engwa G., Okeke P., Nwalo N., Unachukwu M. Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans. In: *Poisoning in the Modern World - New Tricks for an Old Dog?*; 2019; c. 1 – 23.
7. Balali-Mood M., Naseri K., Tahergorabi Z., Reza M., Sadighi M. Toxic mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium and Arsenic. *Front. Pharmacol*. 2021; 12-2021: 1 – 19. DOI: 10.3389/fphar.2021.643972.

8. RD 52.44.593-2015. Massovaya kontsentratsiya tyazhelykh metallov v atmosfernom vozduke. Metodika izmereniy metodom atomno-absorbtsionnoy spektrometrii s besplamennoy atomizatsiyey. [Mass concentration of heavy metals in atmospheric air. Measurement technique by atomic absorption spectrometry with flameless atomization]. 2015. (In Russ)
9. PND F 13.2.3.67-09. *Kolichestvennyy khimicheskiy analiz atmosfernogo vozdukha i vybrosov v atmosferu. Metodika vypolneniya izmereniy massovoy kontsentratsii elementov v atmosfernom vozduke naseleennykh mest, vozduke sanitarno-zashchitnoy zony, metodom atomno-emissionnoy spektrometrii s induktivno-svyazannoy plazmoy.* 2009 (In Russ)
10. PND F 13.1:2:3.71-11 FR.1.31.2015-21767. Kolichestvennyy khimicheskiy analiz atmosfernogo vozdukha, prombrosov v atmosferu i vozdukha rabochey zony. Metodika izmereniya massovykh kontsentratsiy zagryaznyayushchikh komponentov v vozduke rabochey zony, atmosfernom vozduke, promyshlennykh vybrosakh v atmosferu metodom atomno-emissionnoy spektrometrii s induktivno-svyazannoy plazmoy. [Quantitative chemical analysis of atmospheric air, industrial emissions into the atmosphere and air of the working area. Method for measuring mass concentrations of pollutants in the air of the working area, atmospheric air, industrial emissions into the atmosphere by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry]. 2016 (In Russ)
11. S. V. Kuz'min, N. Y. Fedorova, M. V. Yegorova, A. S. Rodionov., Izobretateli Federal'noye Byudzhetnoye Uchrezhdeniye Nauki "Federal'nyy Nauchnyy Tsentri Gigiyeny im. F.F. Erismana" Federal'noy sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, pravopreyemnik. Sposob opredeleniya massovykh kontsentratsiy primesey v atmosfernom vozduke pri pomoshchi mass-spektrometrii s induktivno-svyazannoy plazmoy, assignee. Patent № 2748671 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK G01N 1/28, G01N 33/00.: № 2020125822. Inventors of the Federal Budgetary Institution of Science "Federal Scientific Center for Hygiene named after F.F. Erisman" of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, successor. A method for determining the mass concentrations of impurities in atmospheric air using inductively coupled plasma mass spectrometry. Patent No. 2748671 C1 Russian Federation, IPC G01N 1/28, G01N 33/00.: No. 2020125822. 05/28/2021. 28.05.2021 (In Russ.)
12. Pribytkova L.N., Kaminskii I.P., Belousov M.V. Metody mineralizatsii. In: rупpa veshchestv, izoliruyemykh mineralizatsiyey. «Metallicheskiye yady»: uchebnoye posobiye. Tomsk: Izd-vo SibGMU; [Methods of mineralization. In: A group of substances isolated by mineralization. "Metal poisons": a textbook. Tomsk: Publishing House of the Siberian State Medical University]. 2021. p. 5 - 12.2021. (In Russ.)
13. MUK 4.1.3558-19. Opredeleniye metallov metodom atomno-absorbtsionnoy spektrometrii. Mikrovolnovaya mineralizatsiya prob vozdushnoy sredy. [Determination of metals by atomic absorption spectrometry. Microwave mineralization of air samples]. 2019 (In Russ.)
14. Stolboushkina T.P. Chistota laboratornoy posudy – zalog dostovernyykh i tochnyykh izmereniy. [Cleanliness of laboratory glassware is the key to reliable and accurate measurements. Almanac of modern metrology]. *Al'manakh sovremennoy metrologii.* [Almanac of modern metrology] 2018.14:201-205. (In Russ)
15. Orhan A. The use of chemical modifiers in electrothermal atomic absorption spectrometry. *Applied Spectroscopy Reviews.* 2022, 1-15. DOI: 10.1080/05704928.2022.2147537.

16. Prudnikov E.D. *Pogreshnosti atomno absorbtionnogo analiza s elektrotermicheskoy atomizatsiyey*. [Errors of atomic absorption analysis with electrothermal atomization]. Vestnik SPbGU. 2003; 2 (15): 106-111. (In Russ.)
17. Metrohm USA Inc. Benefits and Uses of IC-ICP/MS Method. News-Medical [Internet]. 2020 [cited 03/22/2023]. Available from: <https://www.news-medical.net/whitepaper/20170905/Benefits-and-Uses-of-IC-ICPMS-Method.aspx>.
18. GOST 17.2.3.01-86. Okhrana prirody. Atmosfera. Pravila kontrolya kachestva vozdukha naselennykh punktov. [Protection of Nature. Atmosphere. Rules for air quality control in settlements]. 2005 (In Russ.).
19. Korkina D., Clark-Karskaya Yu., Ivanova A., Zakharova A, Kuzin A., Grinshtein I. *Chistoye rabocheye mesto — kompleksnoye resheniye problemy zagryazneniy prob pri provedenii sledovogo elementnogo analiza*. [A clean workplace is a comprehensive solution to the problem of sample contamination during trace elemental analysis]. *Analitika*. [Analytics]. 2016. 2:58-68. (In Russ)
20. GOST R 52501-2005. *Voda dlya laboratornogo analiza. Tekhnicheskiye usloviya*. [Water for laboratory analysis. Specifications]. 2006 (In Russ)
- 21 SanPin 1.2.3685-21. *Gigiyenicheskiye normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya*. [Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans]. 2021 (In Russ)

Поступила/Received: 03.04.2023

Принята в печать/Accepted: 23.05.2023



К ЮБИЛЕЮ ЗАКИИ САГАДАТОВНЫ ТЕРЕГУЛОВОЙ

Терегулова З.С. трудовую деятельность начала в 1963 году в Учалинской райбольнице после окончания с отличием Сибайского медучилища, проработала 2,5 года на должности акушерки. В 1971 году с отличием окончила лечебный факультет Башкирского государственного медицинского института, в течение 3 лет работала цеховым врачом, затем в Уфимском НИИ гигиены и профзаболеваний – врачом палаты интенсивной терапии, зам. главного врача по лечебной работе, главным врачом клиники.

В 1982 году защитила кандидатскую, в 1994 году – докторскую диссертацию. С 1985 года работает в Башкирском государственном медицинском университете (БГМУ) МЗ РФ. З.С. Терегулова прошла все ступени профессионального, научно-педагогического и административного роста – от ассистента до проректора по учебной работе.

Работая проректором по учебной работе, внесла большой вклад в процедуру первичного лицензирования вуза. Благодаря ее усилиям была восстановлена деятельность факультета медико-профилактического дела (санитарно-гигиенический факультет), которая была приостановлена в 1985 году, что способствовало в связи с увеличением факультетов в вузе переименованию медицинского института в университет.

Профессор Терегулова З.С. внесла большой вклад в подготовку специалистов для практического здравоохранения Республики Башкортостан, ею впервые организована (1996) кафедра клинической токсикологии и профзаболеваний с курсом института последиplomного образования БГМУ.

Терегулова З.С. в течение 20 лет работала главным внештатным токсикологом МЗ РБ, под ее научной курацией был создан Центр по лечению острых отравлений с информационно-консультативной службой, которой неоценимую помощь оказали академик Е.А. Лужников, доцент Ю.Н. Остапенко.

Ею были организованы и проведены республиканские конференции «Актуальные проблемы клинической токсикологии и методы детоксикации организма» (Уфа, 1997, 2003 гг.).

Является ведущим специалистом в республике в области клинической токсикологии, профпатологии и медицинской экологии. Значительный вклад внесла в решение проблем по адресной защите населения отдельных территорий РБ, в первую очередь г. Учалы и Учалинского района от экологических загрязнителей. Результаты ее работ в рамках программы АН РБ «Экология Башкортостана. Фундаментальные исследования» на международном форуме по проблемам науки, техники, образования (Москва, 1999) удостоены «Золотого диплома» в номинации «Экология биосферы», Терегуловой присвоено звание академика Академии наук о земле.

В 1999 году Терегулова З.С. создала научно-производственный центр медико-экологических проблем и экобезопасности БГМУ, призванный разработать профилактические и оздоровительные мероприятия, повышать уровень экологического

образования различных слоев населения, и продолжала заведовать кафедрой. Семейное положение: замужем, имеет двух детей и двух взрослых внуков.

Область научных интересов – профессиональная патология, клиническая токсикология, медицинская экология, нутрициология, энерго-информационная медицина. Автор более четырехсот научных работ, в т.ч. пяти монографий, ею подготовлены 13 кандидатов и 2 доктора медицинских наук.

Изобретательская деятельность: получено 2 патента РФ на изобретение (№№ 2173165 и 2170098).

Удостоена почетных званий «Отличник здравоохранения СССР», «Заслуженный врач РБ».

В 1996-2019 гг. заведовала кафедрой гигиены труда и профессиональных болезней. В 2018-2019 гг. под ее руководством выполнена НИР по теме «Изучение эффективности аппаратно-программного комплекса биорезонансной диагностики «Метатрон»», которая принята Европейским экспертным советом по энерго-информационной медицине.

Доктор Терегулова продолжает педагогическую деятельность, активный сторонник натуропатической медицины, экологической безопасности и здоровьесбережения.

Глубокоуважаемая Закия Сагадатовна, примите наши искренние поздравления по случаю Вашего юбилея и сердечные пожелания крепкого здоровья и активной творческой деятельности!

Коллектив ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», редколлегия
журнала «Медицина труда и экология человека»



К ЮБИЛЕЮ ЛЯЙЛИ МАРСЕЛЕВНЫ МАСЯГУТОВОЙ

19 сентября свой юбилей отмечает доктор медицинских наук Ляйля Марселевна Масягутова, руководитель отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека».

После окончания в 1987 году педиатрического факультета Пермского государственного медицинского института началась профессиональная деятельность врачом-инфекционистом Центральной городской больницы в Стерлитамаке, а с 1993 года Ляйля Марселевна трудится в

Уфимском НИИ медицины труда и экологии человека: сначала врачом клинической лабораторной диагностики, с 2002 года – заведующей объединенной клинко-диагностической лабораторией (общеклинических, гематологических, биохимических, бактериологических, иммунологических, молекулярно-генетических исследований), с 2021 года – главным научным сотрудником – заведующей отделом медицины труда.

Становление Ляйли Марселевны как ученого началось с первого дня работы, она эффективно совмещала практическую деятельность с научной работой в области медицины в качестве старшего, ведущего и главного научного сотрудника института. В 2002 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности «Гигиена. Микробиология», в 2017 году – доктора медицинских наук по специальности «Медицина труда».

Результаты проводимых исследований нашли отражение в 235 печатных работах, в том числе в высокорейтинговых журналах, входящих в Russian Science Citation Index. Она автор 20 патентов, соавтор 5 монографий и 8 учебных пособий, методических документов федерального и регионального уровней.

За многолетнюю и плодотворную работу отмечена благодарностями и награждена Почетной грамотой Министерства здравоохранения Республики Башкортостан (2005); Почетной грамотой Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (2007); памятными медалями «90 лет Госсанэпидслужбе России» (2012) и «100 лет Госсанэпидслужбе России» (2022); признана победителем Республиканского конкурса «Лучший врач года» в номинации «врач-исследователь» (2006); имеет звание «Отличник здравоохранения РБ» (2007); награждена почетным знаком «Заслуженный работник Роспотребнадзора» (2020); почетными грамотами Рескома работников здравоохранения и Федерации профсоюзов Республики Башкортостан.

Профессиональная востребованность и занятость Ляйли Марселевны не мешает ей оставаться очаровательнейшей женщиной, любящей и любимой женой и мамой, а с недавнего времени молодой бабушкой.

Ляйля Марселевна, по случаю Вашего юбилея примите наши искренние поздравления и сердечные пожелания!

Коллектив ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»,
редколлегия журнала «Медицина труда и экология человека»