

Медицина труда и экология человека

***2021. №4,
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 – директор ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»

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

Редакционный совет:

А.Ю. Попова, д.м.н., проф. (Россия, Москва),

И.В. Бухтияров, д.м.н., проф., член-корр. РАН (Россия, Москва),

В.Ю. Ананьев, к.м.н. (Россия, Москва),

Н.В. Зайцева, д.м.н., акад. РАН (Россия, Пермь),

А.В. Зеленко, к.м.н. (Белоруссия, Минск),

Г.Е. Косяченко, д.м.н. (Белоруссия, Минск),

И.З. Мустафина, к.м.н. (Россия, Москва),

В.Н. Ракитский, д.м.н., акад. РАН (Россия, Москва),

С.Х. Сарманаев, д.м.н., проф. (Россия, Москва),

С.А. Горбанев, д.м.н. (Россия, Санкт-Петербург),

И.В. Май, д.б.н., проф. (Россия, Пермь),

Н.В. Богданова, Ph.D (Германия, Ганновер),

Ю.А. Рахманин, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия, Москва),

А.Я. Рыжов, д.б.н., проф. (Россия, Тверь),

Е.Г. Степанов, к.м.н. (Россия, Уфа),

В.Ф. Спиринов, д.м.н., проф. (Россия, Саратов),

С.И. Сычик, к.м.н. (Белоруссия, Минск),

В.А. Тутельян, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия, Москва),

Х.Х. Хамидулина, д.м.н., проф. (Россия, Москва),

С.А. Хотимченко, д.м.н., проф., член-корр. РАН (Россия, Москва),

Т.Н. Хамитов, к.м.н. (Казахстан, Караганда),

А.Н. Данилов, д.м.н., проф. (Россия, Саратов),

М.П. Сутункова, д.м.н. (Россия, Екатеринбург),

И.К. Романович, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия, Санкт-Петербург)

Редакционная коллегия:

Э.Т. Валеева, д.м.н. (Россия, Уфа),

Т.В. Викторова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

М.Г. Гайнуллина, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

Т.Р. Зулъкарнаев, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

Л.М. Карамова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

Л.К. Каримова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

В.О. Красовский, д.м.н. (Россия, Уфа),

Р.А. Сулейманов, д.м.н. (Россия, Уфа),

З.С. Терегулова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

Л.М. Масыгутова, д.м.н. (Россия, Уфа),

З.Ф. Гимаева, д.м.н. (Россия, Уфа),

Э.Р. Шайхлисламова, к.м.н. (Россия, Уфа)

Редакция:

зав. редакцией – Батисова С.М.

научный редактор – Каримов Д.О.

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

корректор – Ахмадиева Р.Р.

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: 22.12.2021 г.

©ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 2021

Occupational Health and Human Ecology

2021. №4

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,
Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology

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

Editorial Board:

A.Yu. Popova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

I.V. Bukhtiyarov, M.D., Professor of Medicine,
Corresponding member of RAS (Russia, Moscow),

V.Yu. Ananiev, Ph.D. (Russia, Moscow),

N.V. Zaitseva, M.D., Academician of RAS (Russia, Perm),

A.V. Zelenko, Ph.D. (Medicine) (Belarus, Minsk),

G.E. Kosyachenko, M.D. (Belarus, Minsk),

I.Z. Mustafina, Ph.D. (Medicine) (Russia, Moscow),

V.N. Rakitsky, M.D., Academician of RAS (Russia, Moscow),

S.Kh. Sarmanaev, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

S.A. Gorbanev, M.D. (Russia, St. Petersburg),

I.V. May, Doctor of Biology, Professor (Russia, Perm),

N.V. Bogdanova, Ph.D. (Germany, Hanover),

Yu.A. Rakhmanin, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

A.Ya. Ryzhov, Doctor of Biology, Professor (Russia, Tver),

E.G. Stepanov, Ph.D. (Medicine) (Russia, Ufa),

V.F. Spirin, M.D., Professor of Medicine (Russia, Saratov),

S.I. Sychik, Ph.D. (Medicine) (Belarus, Minsk),

V.A. Tutelian, M.D., Professor of Medicine, acad. of RAS
(Russia, Moscow),

Kh.Kh. Khamidulina, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

S.A. Khotimchenko, M.D., Professor of Medicine,
Corresponding member of RAS (Russia, Moscow),

T.N. Khamitov, Ph.D. (Medicine) (Kazakhstan, Karaganda),

A.N. Danilov, M.D., Professor of Medicine (Russia, Saratov),

M.P. Sutunkova, M.D. (Russia, Yekaterinburg),

I.K. Romanovich, M.D., Professor of Medicine (Russia, St. Petersburg)

Editorial Council:

E.T. Valeeva, M.D. (Russia, Ufa),

T.V. Viktorova, M.D., Professor of Medicine (Ufa, Russia),

M.G. Gainullina, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

T.R. Zulkarnaev, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.M. Karamova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.K. Karimova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

V.O. Krasovsky, M.D. (Russia, Ufa),

R.A. Suleymanov, M.D. (Russia, Ufa),

Z.R. Teregulova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.M. Masyagutova, M.D. (Russia, Ufa),

Z.F. Gimaeva, M.D. (Russia, Ufa),

E.R. Shaikhislamova, Ph.D. (Medicine) (Russia, Ufa)

Editors:

Managing Editor - Batisova S.M.

Science Editor - Karimov D.O.

Translators - Palyutina Z.R., Basharova G.M.

Proofreader - Ahmadiyeva 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 magazine 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: 22.12.2021

© Federal State-Funded Institution of Science "Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology", 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ

- 7 РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В РАЦИОНЕ ЖИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТОГО РЕГИОНА**

Бакиров А.Б., Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Фазлыева А.С., Курилов М.В., Аллаярова Г.Р., Афонькина С.Р., Зеленковская Е.Е.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

- 15 К ВОПРОСУ О ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ**

Благодарева М.С., Газимова В.Г., Шастин А.С., Цепилова Т.М., Малых О.Л., Ахметшина В.Т.

- 43 РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СОТРУДНИКОВ БОЛЬНИЦЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ГОРОДА УФЫ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ COVID-19**

Мухаметзянов А.М., Мазитова Д.И., Салахутдинова Д.М., Бронникова Н.Д., Карпина Н.С.

ГИГИЕНА ТРУДА

- 55 О КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНЫХ КАТЕГОРИЙ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ВОДИТЕЛЕЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ТРАНСПОРТА**

Кравцов А.В., Сычик С.И., Соловьева И.В., Бондаренко Л.М.

- 68 ОПСИНЫ *Trichoplax sp.H2* (PLASOZOA) – ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ГИГИЕНЫ**

Капцов В.А., Дейнего В.Н., Козырицкий Д.В.

МЕДИЦИНА ТРУДА

- 92 ПРИМЕНЕНИЕ БИОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПЕПТИДОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У ШАХТЕРОВ, ЗАНЯТЫХ ДОБЫЧЕЙ РУД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ**

Терегулов Б.Ф., Терегулова З.С., Гайнуллина М.К., Терегулова З.Ф.

- 106 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ УЧИТЕЛЕЙ**

Степанова А.Э., Потеряева Е.Л., Семенова В.Н.

- 129 ЗНАЧИМОСТЬ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У РАБОТНИКОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Гимранова Г.Г., Галлямова С.А., Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р., Бейгул Н.А., Волгарева А.Д., Масягутова Л.М., Абдрахманова Е.Р.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 145** **ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭТИЛМЕТИЛГИДРОКСИПИРИДИНА СУКЦИНАТА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТОКСИКАНТОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**
Тимашева Г.В., Бакиров А.Б., Каримов Д.О., Репина Э.Ф., Хуснутдинова Н.Ю., Смолянкин Д.А., Мухаммадиева Г.Ф.

- 158** **ВЛИЯНИЕ ГЕПАТОПРОТЕКТОРОВ НА ТРАНСКРИПЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ГЕНА *GCLC* ПРИ ОСТРОМ ТОКСИЧЕСКОМ ГЕПАТИТЕ, ВЫЗВАННОМ РАЗЛИЧНЫМИ ТОКСИКАНТАМИ**
Зиатдинова М.М., Валова Я.В., Мухаммадиева Г.Ф., Каримов Д.О., Якупова Т.Г., Хуснутдинова Н.Ю., Репина Э.Ф.

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

- 171** **ПРОИЗВОДСТВЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ**
Карамова Л.М., Валеева Э.Т., Власова Н.В., Галимова Р.Р.

- 190** **ТОПОГРАФИЯ ЖИРООТЛОЖЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМОЙ ПАТОЛОГИЕЙ В АСПЕКТЕ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА**
Семенов М.М., Выборная К.В., Лапик И.А., Струтынская М.А., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б.

- 203** **ГРАДАЦИЯ РЕГИОНОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КЛИМАТА ПО УНИВЕРСАЛЬНОМУ БИОКЛИМАТИЧЕСКОМУ ИНДЕКСУ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТА (UTCI)**
Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н.

- 216** **ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПО ГИГИЕНИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ РЕПРОДУКТИВНОМУ ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИЦ ЛАБОРАТОРИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**
Гайнуллина М.К., Мулдашева Н.А., Каримова Л.К., Каримова Ф.Ф., Терегулов Б.Ф.

ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- 231** **ФБУН «УФИМСКИЙ НИИ МЕДИЦИНЫ ТРУДА И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА» В РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ «ЧИСТАЯ ВОДА» И «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**
Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Бакиров А.Б., Рахматуллин Н.Р., Рахматуллина Л.Р., Бактыбаева З.Б., Даукаев Р.А., Степанов Е.Г.

- 249** **ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ В КЛЕТКАХ БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ У УСЛОВНО ЗДОРОВЫХ СЕЛЬСКИХ ЖИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**
Степанов Е.Г., Целюсова О.С., Гималетдинов Э.Г., Овсянникова Л.Б.

**262 РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА
ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ НА ОБЪЕКТАХ РАЗМЕЩЕНИЯ
УЧАСТНИКОВ VI ВСЕМИРНОЙ ФОЛЬКЛОРИАДЫ**

Бакиров А.Б., Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Фазлыева А.С., Афонькина С.Р.,
Мусабилов Д.Э., Курилов М.В., Зеленковская Е.Е., Аллаярова Г.Р., Григорьева
Л.М., Харрасова Г.В., Бактыбаева З.Б.

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

279 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ СПОРТИВНОГО ВУЗА

Давлетова Н.Х., Тафеева Е.А., Мавлиев Ф.А.

УДК 612.39:001.891(470.57)

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ
БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В РАЦИОНЕ ЖИТЕЛЕЙ
ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТОГО РЕГИОНА**

*Бакиров А.Б., Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Фазлыева А.С., Курилов М.В.,
Аллаярова Г.Р., Афонькина С.Р., Зеленковская Е.Е.*

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

В рамках отраслевой научно-исследовательской программы «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России» на 2016-2020 годы выполнена комплексная гигиеническая оценка содержания макро- и микроэлементов и консервантов в пищевых продуктах, используемых в рационе жителей Республики Башкортостан. Учет выявленных региональных особенностей характера загрязнения находящихся в обороте пищевых продуктов позволяет повысить направленность и корректность мониторинга и обеспечивает более полное соответствие методологии риск-ориентированного наблюдения за безопасностью продукции.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10401>

**THE RESULTS OF RESEARCH WORK ON THE ASSESSMENT OF FOOD SAFETY IN THE
DIET OF RESIDENTS OF AN INDUSTRIALLY DEVELOPED REGION**

*Bakirov A.B., Daukaev R.A., Larionova T.K., Fazlieva A.S., Kurilov M.V., Allayarova
G.R., Afonkina S.R., Zelenkovskaya E.E.*

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

Comprehensive hygienic assessment of the content of macro- and microelements and preservatives in food products used in the diet of Bashkortostan Republic residents was carried out within the framework of the sectoral research program "Hygienic scientific foundation for minimizing health risks for the population of Russia" between 2016 and 2020. Taking into account the identified regional peculiarities of the nature of contamination of food products in circulation makes it possible to increase the focus and correctness of monitoring and ensures more complete compliance with the methodology of risk-based monitoring of product safety.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10401>

Центральным звеном системы обеспечения безопасности пищевых продуктов является организация контроля и мониторинга за их загрязнением чужеродными химическими веществами. Определение исходного уровня загрязнения пищевых продуктов токсикантами и изучение вариантности этих уровней во времени позволяет распознать нарастающий характер загрязнения и оценить степень опасности для здоровья. Важным вопросом является избирательность параметров мониторинга безопасности пищевых продуктов с учетом региональных особенностей загрязнения среды обитания и новых технологий производства пищевых продуктов.

Например, наибольший риск для населения промышленно развитых регионов, в первую очередь с предприятиями горнорудной, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической промышленности, электроэнергетики, машиностроения и металлообработки, представляют химические вещества, в частности тяжелые металлы. Данная группа элементов характеризуется высокой распространенностью в объектах внешней среды загрязненных территорий, высокой повреждающей способностью при длительном внешнесредовом поступлении в организм в концентрациях, не превышающих существующие гигиенические нормативы, может вызывать поражение почек и печени, нарушение развития плода, нарушение функции эндокринной системы и обладает иммунотоксичностью.

Активное развитие пищевой промышленности привело к широкому использованию различных добавок в производстве пищевых продуктов, в том числе разного рода консервантов и их смесей, которые, с одной стороны, улучшают технологические, функциональные, вкусовые свойства готового продукта, с другой - при длительном и безмерном их поступлении в организм человека увеличивают риски возникновения различных заболеваний.

Выполненные ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» в 2016-2020 гг. исследования по двум темам отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора были посвящены обоснованию перечня приоритетных тяжелых металлов в пищевых продуктах, произведенных на территории Республики Башкортостан, и оценке риска поступления распространенных пищевых добавок в организм жителей региона. Научные работы в данном направлении полностью соответствуют государственной политике в области здорового питания (Указ Президента РФ от 30.01.2010 г. № 120, Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 г. № 1873-р, Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 г. № 1364-р).

Комплексные гигиенические исследования по определению элементного состава пищевых продуктов проведены в районах республики, отличающихся характером и степенью промышленного освоения. В качестве объектов исследований были выбраны: северная часть региона с низким уровнем индустриализации (Аскинский, Балтачевский, Бураевский, Мишкинский районы), западная часть региона с месторождениями нефти и газа (Бакалинский, Туймазинский, Ермекеевский, Бижбулякский, Альшеевский, Давлекановский районы), центральная часть региона с индустриально-аграрным сектором (Уфимский, Чишминский, Стерлитамакский районы), юго-восточная часть региона с рудными полезными ископаемыми и предприятиями черной и цветной металлургии (Белорецкий, Учалинский, Баймакский районы).

Загрязнение территории Республики Башкортостан химическими элементами является одним из проблемных вопросов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, поскольку в регионе представлен практически весь спектр естественных и техногенных источников тяжелых металлов. Статистические данные свидетельствуют о негативном влиянии вредных факторов среды обитания на здоровье населения республики и преобладании в структуре заболеваемости болезней органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения.

Анализ данных о содержании токсичных элементов (свинца, кадмия, мышьяка, ртути) в 12 видах пищевых продуктах не выявил превышений допустимых уровней. Наиболее высокие средние концентрации свинца и кадмия установлены в растениеводческой продукции: овощах (свинец - 0,1 ПДУ, кадмий - 0,7 ПДУ) и картофеле (свинец - 0,07 ПДУ, кадмий - 0,5 ПДУ). Самые высокие концентрации ртути (0,12 ПДУ) и мышьяка (0,20 ПДУ) установлены для рыбы.

С целью гигиенической оценки загрязненности продовольственного сырья и пищевых продуктов токсичными элементами, сопоставления уровней контаминации различных групп продуктов, ранжирования территорий исследования по степени антропогенной нагрузки, нами предложен интегральный показатель – коэффициент антропогенной нагрузки, определяемый отношением фактического содержания контаминанта в продукте к его гигиеническому нормативу, и последующий расчет суммарного коэффициента антропогенной нагрузки по каждому району:

$$\sum \text{Ка.н.} = \text{Ка.н.}(1) + \text{Ка.н.}(2) + \dots + \text{Ка.н.}(n) = \sum C_i / \text{ПДУ}_i, \quad (1)$$

где

$\sum \text{Ка.н.}$ - суммарный коэффициент антропогенной нагрузки по конкретной территории с учетом разных групп продуктов;

$\text{Ка.н.}(1\dots n)$ - коэффициент антропогенной нагрузки по группам продуктов;

C_i - фактическое содержание i -го загрязнителя в данном пищевом продукте;

ПДУ_i - предельно допустимый уровень i -го загрязнителя в данном пищевом продукте.

Сравнительная оценка полученных в 2017-2020 гг. данных по рассчитанным нами коэффициентам антропогенной нагрузки показала, что в целом контаминация исследованных групп пищевых продуктов свинцом, кадмием, мышьяком, ртутью характеризуется как достаточно стабильная, за исключением хлебобулочных изделий и круп, где установлен двукратный рост содержания токсичных элементов. Выявлено, что наиболее загрязненными являются овощи и картофель, затем следует мясо, молоко, хлеб, фрукты и масла.

Мониторинговые исследования других химических элементов, нормируемых в отдельных группах пищевых продуктов или не контролируемых в настоящее время, показали, что содержание металлов в различных пищевых продуктах находится в широком диапазоне. Установлено, что продукция, подвергнутая обработке, содержит больше алюминия, например, при диапазоне концентрации металла в мясной продукции 0,2-0,8 мг/кг, в некоторых видах фарша его уровень составляет 4,2-7,3 мг/кг. Абсолютная максимальная величина концентрации алюминия обнаружена нами в хлебобулочной продукции. Предположительно, это обусловлено внесением каких-либо алюминийсодержащих добавок или применением технологического оборудования с алюминиевыми деталями.

Максимальный средний уровень условно-эссенциального элемента никеля обнаружен в овощах и картофеле ($0,25 \pm 0,02$ мг/кг), концентрация хрома выше всего во фруктах ($0,31 \pm 0,20$ мг/кг) и кондитерских изделиях ($0,30 \pm 0,08$ мг/кг), содержание эссенциальных элементов (железо, медь, цинк, марганец) в пищевых продуктах ниже приводимых в литературе среднероссийских данных. Недостаточное потребление данных эссенциальных микроэлементов наносит существенный ущерб здоровью: дефицит поступления железа ведет к гипохромной анемии, повышенной утомляемости, меди - нарушениям

формирования сердечно-сосудистой системы и скелета, цинка - циррозу печени, половой дисфункции, наличию пороков развития плода, марганца - нарушениям в репродуктивной системе, повышенной хрупкости костной ткани.

С помощью суммарного коэффициента антропогенной нагрузки на примере 16 районов республики проведено ранжирование по степени загрязненности пищевых продуктов токсичными элементами. Наибольшее накопление контаминантов выявлено в продукции, произведенной в районах республики с развитой горнорудной промышленностью: Баймакском ($\Sigma\text{Ка.н.} = 0,90$), Учалинском ($\Sigma\text{Ка.н.} = 0,64$), Белорецком ($\Sigma\text{Ка.н.} = 0,54$) и Уфимском районах ($\Sigma\text{Ка.н.} = 0,75$), где сосредоточены предприятия нефтепереработки, химии и нефтехимии, машиностроения и металлообработки.

Анализ суммарного среднесуточного поступления химических элементов из анализируемых сред ингаляционным и пероральным путями на примере территории, характеризующейся сочетанием природно-обусловленного и техногенного воздействия комплекса неблагоприятных факторов (Баймакский район), показал, что самое большое количество металлов поступает в организм с пищевыми продуктами - 0,058 мг/кг-день. Самый большой вклад в суммарное среднесуточное поступление тяжелых металлов приходится на цинк, медь, никель и хром, являющихся условно- или эссенциально-необходимыми элементами.

Результаты оценки неканцерогенного риска для здоровья населения 16 районов от контаминации растениеводческой продукции свинцом, кадмием, хромом, никелем, медью, цинком по медианным значениям концентраций позволили особо выделить юго-восточную часть региона с высокими значениями риска для Баймакского ($\text{HI} = 1,34$) и Учалинского ($\text{HI} = 1,01$) районов, а также Мишкинского ($\text{HI} = 1,21$) района из северной части региона, что свидетельствует о существовании высокого риска развития заболеваний, обусловленных воздействием тяжелых металлов при употреблении овощных культур населением данных районов. В остальных районах вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вышеуказанных металлов с овощами и картофелем характеризуется как допустимая ($\text{HI} < 1$). Наибольший вклад в формирование неканцерогенного риска, обусловленного пероральным поступлением исследованных элементов, содержащихся в отобранных овощных культурах, вносят медь, хром ($\text{HQ} = 0,091$), кадмий ($\text{HQ} = 0,082$).

Расчет суммарного индивидуального канцерогенного риска при поступлении в организм свинца и кадмия с овощными культурами составил от $1,1 \times 10^{-4}$ в Стерлитамакском районе до $1,5 \times 10^{-5}$ в Альшеевском районе. Согласно полученным данным, для Стерлитамакского района с индустриально-аграрным сектором, расположенного в центральной части республики, величина пожизненного канцерогенного риска является сигнальной (10^{-4}), свидетельствующей о существовании потенциальной опасности для человека, для остальных районов уровень канцерогенного риска является приемлемым (10^{-5}).

Оценка риска для всего населения региона при поступлении 11 элементов с основными группами пищевых продуктов позволила установить, что общий индекс опасности не превышает допустимого значения ($HI = 0,74$), а индивидуальный канцерогенный риск от воздействия свинца, кадмия, мышьяка находится на предельно допустимом уровне ($8,0 \times 10^{-5}$).

В рамках реализации второй научной тематики оценен риск поступления распространенных пищевых добавок (сорбиновой, бензойной кислот) в организм человека и их комбинированное влияние на метаболизм аскорбиновой кислоты.

Согласно проведенным исследованиям, содержание консервантов в образцах 5 различных групп пищевых продуктов («фрукты и ягоды», «молоко и молочные продукты», «масло растительное и другие жиры», «овощи и бахчевые», «сахар и кондитерские изделия») не превышает гигиенических нормативов, за исключением образцов из группы «масло растительное и другие жиры», где выявлено повышенное содержание (1,2 МДУ) сорбиновой кислоты. При недопустимости использования сорбиновой и бензойной кислот в соковой и кисломолочной продукции выявленные незначительные концентрации этих веществ (от 0,9 до 39 мг/кг), по всей вероятности, обусловлены их естественным происхождением.

Результаты оценки риска для здоровья взрослого и детского населения Республики Башкортостан, обусловленного потреблением исследованных пищевых продуктов, позволили определить, что наибольший вклад в экспозицию населения бензойной кислотой вносят кремы для тортов (HQ_{cp} в пределах 0,11-0,50) и творожные сырки (HQ_{cp} в пределах 0,06-0,29). Оценка величины суммарного индекса опасности бензойной кислоты, содержащейся в пищевых продуктах, выявила наличие настораживающего неканцерогенного

риска для здоровья детского населения ($HI = 0,961$) при допустимом уровне неканцерогенного риска для взрослого населения региона ($HI = 0,206$).

Проведенные токсико-гигиенические исследования по изучению метаболизма аскорбиновой кислоты при комбинированном поступлении с сорбиновой и бензойной кислотами в организм лабораторных животных показали, что увеличение пероральных доз консервантов отрицательно влияет на уровень аскорбиновой кислоты, а распределение исследованных консервантов в органах происходит неравномерно и не наблюдается их явного накопления.

Проведенные токсико-гигиенические исследования по изучению метаболизма аскорбиновой кислоты при комбинированном поступлении с сорбиновой и бензойной кислотами в организм лабораторных животных показали, что распределение исследованных консервантов в органах происходит неравномерно и не наблюдается их явного накопления; увеличение пероральных доз консервантов отрицательно влияет на концентрацию аскорбиновой кислоты в головном мозге, в то время как продолжительность эксперимента оказывает положительный эффект на накопление аскорбиновой кислоты.

Материалы, результаты исследований, примененные методические подходы подчеркивают актуальность проведения мониторинга содержания контаминантов в пищевой продукции, реализуемой населению, и могут быть использованы для совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга.

По результатам научно-исследовательских работ в соавторстве изданы методические указания МУ 2.3.7.3693-21 «Мониторинг качества и безопасности пищевой продукции в Российской Федерации», 1 монография, опубликовано 20 статей, из них 4 публикации в научных изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus, 3 - в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, и 13 – в индексируемых в базе Российского индекса научного цитирования. Подготовлены и направлены в Роспотребнадзор 4 информационно-методических письма, оформлены 3 промежуточных и 2 заключительных отчета.

Результаты работы неоднократно обсуждены на научных мероприятиях международного, всероссийского и регионального уровней: Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные

проблемы экологии, гигиены и медицины труда» (Уфа, 2016 г.); региональной научно-практической конференции «Итоги и перспективы развития научной и методической базы санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Башкортостан», посвященной 95-летию со дня образования Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации (г. Уфа, 2017 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Экология Республики Башкортостан и сопредельных территорий» (г. Уфа, 2019 г.); всероссийском форуме «Здоровье нации – основа процветания России» в рамках научно-практической конференции «Оптимизация питания населения как доминанта в достижении здоровьесбережения и долголетия» (г. Москва, 2019 г.); международном молодежном форуме «Молодежь. Наука. Безопасность» (г. Москва, 2019 г.); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы профилактической медицины, среды обитания и здоровья трудоспособного населения», посвященной 65-летию со дня образования ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» (г. Уфа, 2020 г.).

Поступила/Received: 10.11.2021

Принята в печать/Accepted: 17.11.2021

УДК 613.6

**К ВОПРОСУ О ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ В
ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ**

*Благодарева М.С.¹, Газимова В.Г.², Шастин А.С.², Цепилова Т.М.², Малых О.Л.³,
Ахметшина В.Т.⁴*

*¹ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Екатеринбург,
Россия*

*²ФБУН «Екатеринбургский медицинский - научный центр профилактики
и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по
надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
Екатеринбург, Россия*

*³Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и
благополучия человека, Москва*

*⁴ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины
труда и экологии человека», Уфа, Россия*

Для определения региональных особенностей заболеваемости с временной утратой трудоспособности работающего населения Приволжского федерального округа были рассмотрены данные единой межведомственной информационно-статистической системы и исследованы отдельные показатели временной нетрудоспособности за 2005-2019 гг.: «Число случаев временной нетрудоспособности на 100 работающих», «Число дней временной нетрудоспособности на 100 работающих».

Показано, что данные федерального статистического наблюдения позволяют проводить сравнительную оценку ЗВУТ на национальном и макрорегиональном уровнях, устанавливать особенности ЗВУТ на уровне субъектов РФ. На примере Приволжского федерального округа определено достоверное отличие показателей 2015-2019 гг. от предыдущего периода. На основании чего сделан вывод, что собственно введение в действие приказа Росстата от 25.12.2014 г. № 723 оказало существенное влияние на снижение показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности, учитываемых органами управления в сфере

здравоохранения субъектов РФ. В связи с чем для обеспечения полной и достоверной статистической информации о заболеваемости с временной утратой трудоспособности рекомендовано включить всех юридических и физических лиц, выдающих листки нетрудоспособности, независимо от формы собственности и ведомственного подчинения, в систему федерального статистического наблюдения и обязать их предоставлять органам управления субъектов РФ в сфере здравоохранения отчетность по форме 16-ВН.

Ключевые слова: заболеваемость с временной утратой трудоспособности, Приволжский федеральный округ.

Для цитирования: Благодарева М.С., Газимова В.Г., Шастин А.С., Цепилова Т.М., Малых О.Л., Ахметшина В.Т. К вопросу о заболеваемости работающего населения в Приволжском федеральном округе. Медицина труда и экология человека. 2021;4:15-42

Для корреспонденции: Благодарева Мария Сергеевна, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра эпидемиологии, социальной гигиены и организации госсанэпидслужбы, старший преподаватель, e-mail: m@blagodareva.info.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10402>

TO THE QUESTION OF THE WORKING POPULATION MORBIDITY IN THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

M.S. Blagodareva¹, V.G. Gazimova², A.S. Shastin², T.M. Tsepilova², O.L. Malykh³,
V.T. Akhmetshina⁴

¹Ural State Medical University, Yekaterinburg

²Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection
in Industrial Workers, Yekaterinburg

³Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human
Welfare, Moscow

⁴Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa

To determine the regional characteristics of morbidity with temporary disability of the working population of the Volga Federal District, the data of the unified interdepartmental information and statistical system were considered and individual indicators of temporary disability between 2005 and 2019 were examined: "The number of cases of temporary disability per 100 workers", "The number of days of temporary disability per 100 workers".

It has been shown that the data of the federal statistical observation make it possible to carry out a comparative assessment of the ZVUT at the national and macroregional levels, to establish the features of the ZVUT at the level of the constituent entities of the Russian Federation. Based on the example of the Volga Federal District, a significant difference between the indicators between 2015 and 2019 from the previous period was determined. On the basis of this, it was concluded that the actual introduction of Rosstat order No. 723 dated December 25, 2014 had a significant impact on the decrease in incidence rates with temporary disability, which are taken into account by the healthcare authorities of the constituent entities of the Russian Federation. In this regard, it is recommended to include all legal entities and individuals issuing certificates of disability, regardless of their form of ownership and departmental subordination, in the system of federal statistical observation to provide complete and reliable statistical information on morbidity with temporary disability in the field of health care reporting on the 16-VN form.

Keywords: morbidity with the temporary disability, Volga Federal District

Citation: M.S. Blagodareva, V.G. Gazimova, A.S. Shastin, T.M. Tsepilova, O.L. Malykh, V.T. Akhmetshina. To the question of the working population morbidity in the volga federal district. *Occupational health and human ecology*. 2021;4:15-42

Correspondence: Mariya S. Blagodareva, Ural State Medical University of the Russian Health Ministry, the Department of Epifemiology, Social Hygiene and State Sanand Epidem.Service, Senior teacher, e-mail: m@blagodareva.info.

Financing: The study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10402>

Здоровье работающих граждан, являясь важной частью человеческого капитала, в значительной мере отражает качество трудового потенциала любой национальной экономики [1]. Учитывая тот факт, что в долгосрочной перспективе Россию ожидают серьезные негативные демографические

изменения [2], вопрос о снижении заболеваемости трудоспособного населения с учетом региональных особенностей становится актуальным для здравоохранения. Для территории Приволжского федерального округа (ПФО), как и для всей территории Российской Федерации характерны негативные демографические тенденции и высокий уровень первичной и общей заболеваемости населения [3-9].

Одним из важнейших показателей здоровья работающего населения является заболеваемость с временной утратой трудоспособности [10-19] (далее – ЗВУТ), изучению которой специалистами в сфере общественного здоровья и медицины труда ПФО уделяется большое внимание с целью сохранения здоровья граждан [9,20-30].

Учет показателей ЗВУТ предусмотрен федеральным планом статистических работ, но публикации макрорегионального уровня об исследовании ЗВУТ с использованием данных федерального статистического наблюдения встречаются достаточно редко [31].

Цель – исследовать показатели и региональные особенности ЗВУТ в субъектах ПФО по данным федерального статистического наблюдения.

Материалы и методы. Объектом настоящего исследования является единая межведомственная информационно-статистическая система, в качестве предмета исследования взяты отдельные показатели временной нетрудоспособности (ВН) в субъектах, входящих в состав ПФО за 2005-2019 гг.: «Число случаев ВН на 100 работающих», «Число дней ВН на 100 работающих», представленные в разделе 15.12. Информация о причинах ВН (далее – раздел 15.12). Исследуемые показатели ВН в разделе 15.12 представлены с 2005 г. В ходе анализа были применены методы описательной и аналитической статистики. Рассчитаны значения средней длительности одного случая ВН (годовые и среднемноголетние). Проведена оценка уровней ЗВУТ по шкале оценок показателей ЗВУТ по Е. Л. Ноткину [32].

До 2015 г. статистическое наблюдение за ЗВУТ регулировалось Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по статистике от 29 июня 1999 г. № 49 «Об утверждении годовых форм федерального государственного статистического наблюдения за заболеваемостью населения, профилактическими прививками и медицинской помощью женщинам и детям». С 2015 г. определяется приказом Федеральной службы государственной статистики от 25 декабря 2014 г. № 723 «Об

утверждении статистического инструментария для организации Министерством здравоохранения Российской Федерации федерального статистического наблюдения в сфере здравоохранения» (далее – приказ Росстата № 723).

В связи с этим анализ отдельных показателей ВН («Число случаев временной нетрудоспособности на 100 работающих», «Число дней временной нетрудоспособности на 100 работающих») осуществлялся для временных периодов 2005-2014 и 2015-2019 гг.

Обработка данных. Статистический анализ данных проводился с использованием программного продукта STATISTICA 10. Определены среднемноголетние (M) и медианные (Me) значения показателей, стандартное отклонение (m) и коэффициент вариации (Kv). Проверка нормальности распределения проведена с использованием критерия Шапиро-Уилка W. В связи с тем, что некоторые переменные имеют ненормальное распределение, применены непараметрические методы анализа. Для оценки различий показателей применен критерий Манна-Уитни (непараметрический аналог t-критерия Стьюдента в случае сравнения двух независимых групп). Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы принимался равным 0,05.

Обсуждение. В целом по ПФО и в большинстве субъектов округа среднемноголетний уровень ЗВУТ по числу случаев ВН на 100 работающих превышает общероссийский показатель, что видно из таблицы 1, содержащей общие данные по числу случаев ВН на 100 работающих в целом по Российской Федерации, в целом по ПФО и субъектам РФ в составе ПФО. Среднемноголетний показатель (M) рассчитан для периода с 2005 по 2019 гг.

Таблица 1

Число случаев ВН на 100 работающих

Регион	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	М	Рост/снижение показателя* (%)
Российская Федерация	61,6	63,3	62,6	57,9	56,7	43,6	43,9	43	54,5	-30,2
Приволжский федеральный округ	65	65,9	65,1	58,8	60,1	45,9	47,8	45,5	56,9	-30,0
Республика Башкортостан	57	58,7	57,9	54	64,4	50,1	54	57,7	57,0	1,2
Республика Марий Эл	60,2	86,9	80,6	72,5	75	57,3	59,5	60,2	70,8	0,0
Республика Мордовия	58,9	64,3	59	53,8	49,4	38,1	37,6	38,1	50,6	-35,3
Республика Татарстан	61,1	63,5	61,8	56,2	50,8	37,5	54	41,5	51,7	-32,1
Удмуртская Республика	84	90,7	90	77,8	73,6	59,6	56,4	51,2	73,4	-39,0
Чувашская Республика	64,6	62,1	59	49,8	56,3	46	46,3	43,7	53,8	-32,4
Пермский край	81,9	83,9	82,6	65,6	69,4	51,5	47,9	50,1	66,7	-38,8
Кировская область	82,2	84,6	82,9	74,6	72,8	53,2	54,3	51,6	69,2	-37,2
Нижегородская область	62,5	64,8	66,3	59,1	59,9	41,4	43,3	42,8	55,8	-31,5
Оренбургская область	58	56,2	58,8	53,6	48,7	37,7	36,5	34,1	48,6	-41,2
Пензенская область	55,4	56,9	60,1	55,5	50,4	37,4	36,7	35,6	48,8	-35,7
Самарская область	60,1	54,1	52,5	57,9	55,9	44,9	41,9	43,6	51,3	-27,5
Саратовская область	58,7	60,9	62,1	47,7	66,4	50	47	43,9	55,5	-25,2
Ульяновская область	70,2	70,5	64,2	63,9	59,1	54,3	55	45,9	61,8	-34,6

*- рост/снижение значения показателя 2019 г. к значению 2005 г. (%)

Практически во всех субъектах округа к 2019 г. отмечается существенное снижение числа случаев ВН на 100 работающих по отношению к 2005 г. Самое значительное снижение установлено в Оренбургской области (на 41,2%). Исключение составили Республика Башкортостан и Марий Эл. При этом в 2006-2009 гг. в Республике Марий Эл уровень ЗВУТ по числу случаев на 100 работающих на 33,9-44,4% превышал уровень 2005 г. (80,6-86,9 случая), а в 2010-2014 гг. составлял 70,6-77,4 случая. В Республике Башкортостан подобного роста не было; максимальный уровень этого показателя в 2012 г. составлял 66,5 случая.

Максимальный среднесноголетний уровень ЗВУТ по числу случаев ВН на 100 работающих отмечен в Удмуртской Республике (73,4 случая) и Республике Марий Эл (70,8 случая). На протяжении практически всего исследуемого периода Удмуртская Республика входила в число десяти субъектов РФ с самым высоким уровнем ЗВУТ по этому показателю (за исключением 2012, 2016 и 2019 гг.). В 2014 г. только в Новгородской области этот показатель был выше, чем в Удмуртской Республике. Также в этой десятке были представлены Республика Марий Эл (в 2006-2008 и 2012-2019 гг.), Пермский край (в 2005-2009 гг.), Кировская область (2005, 2007, 2009-2011, 2013 гг.).

Минимальный среднесноголетний уровень ЗВУТ по числу случаев ВН на 100 работающих отмечен в Оренбургской и Пензенской областях (соответственно 48,6 и 48,8 случая). В период с 2005 по 2019 гг. ни один субъект ПФО не входил в число десяти субъектов РФ с самыми низкими уровнями ЗВУТ по этому показателю.

Максимальные и минимальные уровни данного показателя по субъектам округа зарегистрированы: в Республике Башкортостан в 2012 (66,5 случая ВН) и 2015 гг. (50,1 случая ВН), в Республике Марий Эл в 2007 (86,9 случая) и 2015 гг. (57,3 случая), в Республике Мордовия в 2007 (64,3 случая) и 2017 гг. (37,6 случая), в Республике Татарстан в 2007 (63,5 случая) и 2016 гг. (29,1 случая), в Удмуртской Республике в 2007 (90,7 случая) и 2019 гг. (51,2 случая), в Чувашской Республике в 2005 (64,6 случая) и 2018 гг. (42,9 случая), в Пермском крае в 2006 (84,7 случая) и 2016 гг. (46,4 случая), в Кировской области в 2007 (84,6 случая) и 2016 гг. (49,7 случая), в Нижегородской области в 2008 (68,4 случая) и 2015 гг. (41,4 случая), в Оренбургской области в 2010 (62,0 случая) и 2019 (34,1 случая), в Пензенской области в 2009 (60,1 случая) и 2019 гг. (35,6 случая), в Самарской области в 2005 (60,1 случая) и 2017 гг. (41,9 случая), в

Саратовской области в 2008 (63,7 случая) и 2019 гг. (43,9 случая), в Ульяновской области в 2007-2008 (70,5 случая) и 2019 гг. (45,9 случая).

Во всех субъектах округа минимальные значения числа случаев ВН на 100 работающих относятся к периоду 2015-2019 гг.

Общие данные по числу дней временной нетрудоспособности на 100 работающих в целом по Российской Федерации, в целом по ПФО и субъектам РФ в составе ПФО представлены в таблице 2. Среднемноголетний показатель (М) рассчитан для периода с 2005 по 2019 гг.

Таблица 2

Число дней ВН на 100 работающих

Регион	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	М	рост показателя*
Российская Федерация	810,8	820,3	809,0	795,6	720,3	592,9	583,8	579,2	717,0	-28,6
Приволжский федеральный округ	841,9	837,1	825,2	812,9	746,7	609,8	602,4	609,3	735,3	-27,6
Республика Башкортостан	764,5	773,8	736,1	838,8	797,5	653,8	735,0	799,0	754,2	4,5
Республика Марий Эл	791,4	1 112,5	1 018,8	982,9	928,8	773,1	811,9	833,6	925,8	5,3
Республика Мордовия	779,6	829,9	754,6	777,4	651,9	559,5	557,2	568,1	684,3	-27,1
Республика Татарстан	810,4	793,8	788,1	709,0	632,5	490,8	475,2	532,1	647,7	-34,3
Удмуртская Республика	1 074,3	1 172,8	1 144,7	1 068,9	914,5	768,2	700,6	669,6	947,4	-37,7

Чувашская Республика	805,2	750,9	713,2	696,1	667,7	596,1	604,4	588,2	670,4	-26,9
Пермский край	986,3	1 015,0	1 004,2	808,8	802,5	637,4	604,7	619,7	809,9	-37,2
Кировская область	1 051,7	1 074,6	1 037,4	991,7	893,8	713,8	724,8	699,7	892,9	-33,5
Нижегородская область	804,3	818,3	835,1	849,2	780,6	581,5	584,4	583,7	730,3	-27,4
Оренбургская область	790,7	745,2	808,3	728,8	667,8	547,3	533,7	493,8	677,1	-37,5
Пензенская область	739,3	744,7	786,4	765,2	657,9	538,7	502,3	488,7	657,9	-33,9
Самарская область	804,0	717,5	677,8	824,2	689,0	592,2	555,9	586,7	675,2	-27,0
Саратовская область	747,7	743,4	778,8	657,1	760,9	643,6	601,1	571,3	698,2	-23,6
Ульяновская область	874,5	853,6	799,2	931,1	773,4	722,5	724,0	584,7	793,2	-33,1

*- рост/снижение значения показателя 2019 г. к значению 2005 г. (%)

В целом по ПФО и в половине субъектов округа среднесноголетний уровень ЗВУТ по числу дней ВН на 100 работающих превышает общероссийский показатель.

В большинстве субъектов ПФО в 2019 г. отмечено снижение числа дней ВН на 100 работающих по отношению к 2005 г. Самое значительное снижение установлено в Удмуртской Республике (на 37,7%), Оренбургской области (на 37,5%), Пермском крае (на 37,2%). Исключение составили Республика

Башкортостан (рост на 4,5%) и Марий Эл (рост на 5,3%). При этом в Республике Марий Эл уровень ЗВУТ по числу случаев на 100 работающих практически весь период (кроме 2015 г.) превышал уровень 2005 г.

Максимальный среднемноголетний уровень ЗВУТ по числу случаев ВН на 100 работающих отмечен в Удмуртской Республике (947,4 дня) и Республике Марий Эл (925,8 дня). В 2005-2011 и 2013-2014 гг. Удмуртская Республика входила в число десяти субъектов РФ с самым высоким уровнем данного показателя. В 2007-2008 гг. только в Еврейской автономной области этот показатель был выше, чем в Удмуртской Республике. Также в этой десятке были представлены Республика Марий Эл (в 2006-2007, 2012-2013, 2015-2019 гг.), Пермский край (в 2006 г.), Кировская область (2005-2008, 2010 гг.), Республика Башкортостан (2019 г.).

Минимальный среднемноголетний уровень ЗВУТ по числу дней ВН на 100 работающих отмечен в Республике Татарстан и Пензенской области (соответственно 647,7 и 657,9 дня). В число десяти субъектов РФ с самыми низкими уровнями ЗВУТ по этому показателю входили Чувашская Республика (2010 г.) и Республика Татарстан (2016 г.).

Максимальные и минимальные уровни данного показателя по субъектам округа зарегистрированы: в Республике Башкортостан в 2011 (838,8 дня ВН) и 2015 гг. (653,8 дня ВН), в Республике Марий Эл в 2007 (1112,5 дня) и 2015 гг. (773,1 дня), в Республике Мордовия в 2007 (829,9 дня) и 2017 гг. (557,2 дня), в Республике Татарстан в 2005 (810,4 дня) и 2016 гг. (381,1 дня), в Удмуртской Республике в 2007 (1172,8 дня) и 2019 гг. (669,6 дня), в Чувашской Республике в 2005 (805,2 дня) и 2018 гг. (505,7 дня), в Пермском крае в 2008 (1030,7 дня) и 2016 гг. (589,1 дня), в Кировской области в 2007 (1074,6 дня) и 2016 гг. (679,4 дня), в Нижегородской области в 2008 (859,4 дня) и 2015 гг. (581,5 дня), в Оренбургской области в 2010 (933,1 дня) и 2019 гг. (493,8 дня), в Пензенской области в 2009 (786,4 дня) и 2019 гг. (488,7), в Самарской области в 2011 (824,2 дня) и 2017 гг. (555,9 дня), в Саратовской области в 2008 (778,8 дня) и 2019 гг. (571,3 дня), в Ульяновской области в 2011 (931,1 дня) и 2019 гг. (584,7 дня).

Во всех субъектах округа минимальные значения числа дней ВН на 100 работающих относятся к периоду 2015-2019 гг. При этом два субъекта демонстрировали устойчивые разнонаправленные тенденции в этот период: ежегодный последовательный рост показателя зафиксирован в Республике Башкортостан (с 653,8 дня ВН в 2015 г. до 799,0 дня в 2019 г., или на 22,2%);

ежегодное последовательное снижение показателя зафиксировано в Саратовской области (с 722,5 дня в 2015 г. до 584,7 дня в 2019 г., или на 19,1%).

Средняя длительность одного случая временной нетрудоспособности в целом по Российской Федерации, в целом по ПФО и субъектам РФ в составе ПФО представлена в таблице 3. Среднемноголетний показатель (М) рассчитан для периода с 2005 по 2019 гг.

Таблица 3

Средняя длительность одного случая временной нетрудоспособности

Регион	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	М	Рост/снижение показателя*
Российская Федерация	13,2	13,0	12,9	13,7	12,7	13,6	13,3	13,5	13,2	2,3
Приволжский федеральный округ	13,0	12,7	12,7	13,8	12,4	13,3	12,6	13,4	13,0	3,4
Республика Башкортостан	13,4	13,2	12,7	15,5	12,4	13,	13,6	13,8	13,3	3,2
Республика Марий Эл	13,1	12,8	12,6	13,6	12,4	13,5	13,6	13,8	13,1	5,3
Республика Мордовия	13,2	12,9	12,8	14,4	13,2	14,7	14,8	14,9	13,7	12,7
Республика Татарстан	13,3	12,5	12,8	12,6	12,5	13,1	8,8	12,8	12,5	-3,3
Удмуртская Республика	12,8	12,9	12,7	13,7	12,4	12,9	12,4	13,1	12,9	2,3
Чувашская Республика	12,5	12,1	12,1	14,0	11,9	13,	13,1	13,5	12,5	8,0
Пермский край	12,0	12,1	12,2	12,3	11,6	12,4	12,6	12,4	12,2	2,7

Кировская область	12,8	12,7	12,5	13,3	12,3	13,4	13,3	13,6	13,0	6,0
Нижегородская область	12,9	12,6	12,6	14,4	13,	14,	13,5	13,6	13,2	6,0
Оренбургская область	13,6	13,3	13,7	13,6	13,7	14,5	14,6	14,5	14,0	6,2
Пензенская область	13,3	13,1	13,1	13,8	13,1	14,4	13,7	13,7	13,5	2,9
Самарская область	13,4	13,3	12,9	14,2	12,3	13,2	13,3	13,5	13,2	0,6
Саратовская область	12,7	12,2	12,5	13,8	11,5	12,9	12,8	13,0	12,6	2,2
Ульяновская область	12,5	12,1	12,4	14,6	13,1	13,3	13,2	12,7	12,9	2,3

*- рост/снижение значения показателя 2019 г. к значению 2005 г. (%)

В целом по ПФО среднемноголетняя длительность одного случая ВН ниже общероссийского показателя. Только 4 субъекта, входящие в состав округа, имеют среднемноголетний показатель выше, чем в Российской Федерации (Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Оренбургская область, Пензенская область).

В отличие от предыдущих показателей ЗВУТ средняя длительность одного случая ВН в субъектах ПФО в 2019 г., как правило, превышает значения 2005 г. Только в Республике Татарстан отмечается снижение на 3,3%.

Максимальное среднемноголетнее значение длительности одного случая ВН отмечено в Оренбургской области (14,0 дня); минимальное – в Пермском крае (12,2 дня).

Максимальные и минимальные значения данного показателя по субъектам округа зарегистрированы: в Республике Башкортостан в 2011 (15,5 дня) и 2013 гг. (12,4 дня), в Республике Марий Эл в 2016, 2019 гг. (13,8 дня) и 2013-2014 гг. (12,4 дня), в Республике Мордовия в 2018-2019 гг. (14,9 дня) и 2008 г. (12,6 дня), в Республике Татарстан в 2005 (13,3 дня) и 2017 гг. (8,8 дня), в Удмуртской Республике в 2011 г. (13,7 дня) и 2014 г. (12,2 дня), в Чувашской Республике в 2011 (14,0 дней) и 2018 гг. (11,8 дня), в Пермском крае в 2016, 2018 гг. (12,7 дня) и 2014 г. (11,5 дня), в Кировской области в 2019 (13,6 дня) и

2013 г. (12,3 дня), в Нижегородской области в 2011 (14,4 дня) и 2014 г. (12,5 дня), в Оренбургской области в 2010 (15,1 дня) и 2007, 2014 г. (13,3 дня), в Пензенской области в 2015 г. (14,4 дня) и 2007, 2009, 2013 г. (13,1 дня), в Самарской области в 2011 (14,2 дня) и 2013 г. (12,3 дня), в Саратовской области в 2011 (13,8 дня) и 2013 г. (11,5 дня), в Ульяновской области в 2011 (14,6 дня) и 2007 г. (12,1 дня).

В Оренбургской и Пензенской областях минимальные значения средней длительности одного случая ВН превысили максимальные значения, зафиксированные в Пермском крае.

В половине субъектов округа максимальные значения этого показателя зафиксированы в 2011 году (Республика Башкортостан, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Нижегородская, Самарская, Саратовская и Ульяновская области).

В Республике Мордовия и Оренбургской области наблюдается значительное увеличение средней длительности одного случая ВН в 2015-2019 гг. В Республике Мордовия среднемноголетнее значение показателя за 2005-2014 гг. составило 13,2 дня, за 2015-2019 гг. – 14,7 дня; в Оренбургской области 13,7 и 14,6 дня соответственно.

В отдельные периоды в регионах округа отмечались существенные колебания показателя. В Республике Башкортостан зафиксирован рост средней длительности 1 случая ВН в 2011 г. на 23,0% по отношению к 2010 г. с последующим снижением в 2012 г. до уровня 2010 г. В Республике Татарстан в 2017 г. средняя длительность 1 случая ВН снизилась на 4,3 дня (или на 32,8% по отношению к 2016 г.) с последующим ростом на 46,6% в 2018 г. В Республике Чувашия существенные колебания зафиксированы в 2017-2019 гг.: снижение на 1,3 дня (или на 9,9%) в 2018 г. по сравнению с 2017 г. и рост на 1,7 дня (или на 14,4%) в 2019 г. В Оренбургской области колебания отмечены в 2009-2011 гг.: рост на 1,4 дня (или на 10,2%) в 2010 г. относительно 2009 г. и последующее снижение в 2011 г. на 1,5 дня (или на 9,9%). В Ульяновской области в 2011 г. показатель вырос на 13,2% по отношению к 2010 г. и снизился на 11,0% в 2012 г.

Следует отметить, что показатели числа случаев и дней ВН на 100 работающих, представленные в ЕМИСС, не всегда совпадают с данными, приводимыми другими авторами [25,26,28].

Оценка уровней ЗВУТ по шкале оценок показателей ЗВУТ по Ноткину Е. Л. в целом по Российской Федерации, в целом по ПФО и субъектам РФ в составе

ПФО представлена в таблице 4. Среднемноголетняя оценка уровня ЗВУТ (М) рассчитана для периодов с 2005 по 2014 гг. и с 2015 по 2019 гг.

Таблица 4

Оценка уровней ЗВУТ по Е. Л. Ноткину

Субъект	2005 г.	2019 г.	М (2005-2014 гг.)	М (2015-2019 гг.)
уровень по числу случаев ВН на 100 работающих				
Российская Федерация	ниже среднего	очень низкий	ниже среднего	очень низкий
Приволжский федеральный округ	ниже среднего	очень низкий	ниже среднего	очень низкий
Республика Башкортостан	низкий	низкий	низкий	низкий
Республика Марий Эл	ниже среднего	ниже среднего	ниже среднего	низкий
Республика Мордовия	низкий	очень низкий	низкий	очень низкий
Республика Татарстан	ниже среднего	очень низкий	низкий	очень низкий
Удмуртская Республика	средний	низкий	средний	низкий
Чувашская Республика	ниже среднего	очень низкий	низкий	очень низкий
Пермский край	средний	низкий	ниже среднего	очень низкий
Кировская область	средний	низкий	ниже среднего	низкий
Нижегородская область	ниже среднего	очень низкий	ниже среднего	очень низкий
Оренбургская область	низкий	очень низкий	низкий	очень низкий
Пензенская область	низкий	очень низкий	низкий	очень низкий
Самарская область	ниже среднего	очень низкий	низкий	очень низкий
Саратовская область	низкий	очень низкий	низкий	очень низкий

Ульяновская область	ниже среднего	очень низкий	ниже среднего	низкий
уровень по числу дней ВН на 100 работающих				
Российская Федерация	средний	низкий	ниже среднего	низкий
Приволжский федеральный округ	средний	ниже среднего	средний	ниже среднего
Республика Башкортостан	ниже среднего	ниже среднего	ниже среднего	ниже среднего
Республика Марий Эл	ниже среднего	средний	средний	средний
Республика Мордовия	ниже среднего	низкий	ниже среднего	низкий
Республика Татарстан	средний	низкий	ниже среднего	очень низкий
Удмуртская Республика	выше среднего	ниже среднего	выше среднего	ниже среднего
Чувашская Республика	средний	низкий	ниже среднего	низкий
Пермский край	средний	ниже среднего	средний	ниже среднего
Кировская область	выше среднего	ниже среднего	средний	ниже среднего
Нижегородская область	средний	низкий	средний	низкий
Оренбургская область	ниже среднего	очень низкий	ниже среднего	низкий
Пензенская область	ниже среднего	очень низкий	ниже среднего	низкий
Самарская область	средний	низкий	ниже среднего	низкий
Саратовская область	ниже среднего	низкий	ниже среднего	ниже среднего
Ульяновская область	средний	низкий	средний	ниже среднего

В 2019 г. в большинстве субъектов ПФО отмечается улучшение оценки уровня ЗВУТ на 1-2 ранга по шкале Е. Л. Ноткина как по числу случаев, так и по числу дней ВН на 100 работающих по отношению к 2005 г.

Республика Марий Эл является единственным субъектом округа, где в 2019 г. ухудшилась оценка уровня ЗВУТ по числу дней ВН. На уровне 2005 г. сохранилась оценка по числу случаев ВН в Республике Башкортостан и Республике Марий Эл, по числу дней ВН в Республике Башкортостан.

В 2005 г. по числу случаев ВН самый высокий уровень оценки «средний» зафиксирован в Удмуртской Республике, Пермском крае, Кировской области, в 2019 г. в Республике Марий Эл – уровень «ниже среднего». По числу дней ВН в 2005 и 2019 гг. самый высокий уровень ЗВУТ соответствовал оценке «средний уровень» (2005 г.: Республика Татарстан, Чувашская Республика, Пермский край, Нижегородская, Самарская и Ульяновская области; 2019 г.: Республика Марий Эл, Пермский край, Кировская, Нижегородская и Ульяновская области).

В большинстве субъектов округа на 1-2 ранга улучшилась оценка уровня ЗВУТ по среднемноголетним показателям 2005-2014 и 2015-2019 гг. Не изменилась оценка уровня по числу случаев ВН в Республике Башкортостан, по числу дней ВН в Республиках Башкортостан и Марий Эл, Саратовской области.

В период с 2005 по 2014 гг. самый высокий уровень среднемноголетней ЗВУТ по числу случаев ВН соответствовал оценке «средний уровень» в Удмуртской Республике, по числу дней ВН соответствовал оценке «средний уровень» в Республике Марий Эл, Пермском крае, Кировской, Нижегородской и Ульяновской областях. Среднемноголетней ЗВУТ по числу дней ВН в период с 2015 по 2019 гг. во всех субъектах округа соответствовал оценке «низкий уровень» и «очень низкий уровень». По числу дней ВН самый высокий уровень среднемноголетней ЗВУТ соответствовал оценке «средний уровень» в Республике Марий Эл.

Результаты сравнения показателей ЗВУТ за два исследуемых периода 2005-2014 и 2015-2019 гг. в целом по Российской Федерации, в целом по ПФО и субъектам РФ в составе ПФО представлены в таблицах 5, 6.

Таблица 5

**Среднегодулетние и медианные показатели числа случаев ВН
на 100 работающих**

Субъект	2005-2014 гг.			2015-2019 гг.			p
	M	Me±m	Kv	M	Me±m	Kv	
Российская Федерация	60,0	61,0±3,12	5,2	43,6	43,6±0,51	1,2	0,002
Приволжский федеральный округ	62,5	63,1±3,14	5,0	45,7	45,7±1,56	3,4	0,002
Республика Башкортостан	58,6	57,6±4,24	7,2	53,6	54±3,19	5,9	0,043
Республика Марий Эл	76,4	76,6±7,61	10,0	59,6	59,5±2,08	3,5	0,004
Республика Мордовия	56,5	56,7±5,20	9,2	38,6	38,1±1,22	3,2	0,002
Республика Татарстан	57,9	59,2±4,87	8,4	39,4	37,5±9,31	23,6	0,005
Удмуртская Республика	82,3	84,9±7,40	9,0	55,6	56,4±3,07	5,5	0,002
Чувашская Республика	58,5	58,0±5,08	8,7	44,4	43,7±1,65	3,7	0,002
Пермский край	75,6	77,1±8,60	11,4	48,9	48,5±1,98	4,0	0,002
Кировская область	77,6	79,5±6,18	8,0	52,6	53,2±1,95	3,7	0,002
Нижегородская область	62,2	61,9±3,67	5,9	43,0	43,3±0,98	2,3	0,002
Оренбургская область	54,7	55,3±4,91	9,0	36,2	36,4±1,31	3,6	0,002
Пензенская область	54,6	55,5±4,49	8,2	37,1	37,0±1,20	3,2	0,002
Самарская область	55,3	54,8±2,91	5,3	43,4	43,6±1,28	3,0	0,002
Саратовская область	59,8	60,2±4,94	8,3	47,0	47±2,22	4,7	0,004
Ульяновская область	66,5	66,5±4,02	6,0	52,5	54,3±4,19	8,0	0,002

Таблица 6

**Среднемноголетние и медианные показатели числа дней ВН
на 100 работающих**

Субъект	2005-2014 гг.			2015-2019 гг.			p
	M	Me±m	Kv	M	Me±m	Kv	
Российская Федерация	782,0	802,3±46,45	5,9	587,0	584,4±6,53	1,1	0,002
Приволжский федеральный округ	802,3	819,05±44,60	5,6	601,3	605,3±12,54	2,1	0,002
Республика Башкортостан	768,9	768,4±47,08	6,1	724,9	735±58,39	8,1	0,142
Республика Марий Эл	980,9	988,1±97,40	9,9	815,5	811,9±31,87	3,9	0,010
Республика Мордовия	742,5	762,4±61,45	8,3	568,0	568,1±9,75	1,7	0,002
Республика Татарстан	738,4	770,6±74,44	10,1	466,3	475,2±55,82	12,0	0,002
Удмуртская Республика	1066,1	1104,3±112,26	10,5	709,9	700,6±36,13	5,1	0,002
Чувашская Республика	719,4	704,7±59,80	8,3	572,5	588,2±39,70	6,9	0,002
Пермский край	908,4	929,9±115,13	12,7	613,0	614,1±17,90	2,9	0,002
Кировская область	985,0	1011,2±85,35	8,7	708,8	713,8±19,59	2,8	0,002
Нижегородская область	802,4	811,2±43,49	5,4	586,1	584,4±4,16	0,7	0,002
Оренбургская область	751,9	746,2±86,43	11,5	527,5	532,8±20,00	3,8	0,002
Пензенская область	727,0	742,0±57,30	7,9	519,7	528,3±23,08	4,4	0,002
Самарская область	725,3	703,25±59,91	8,3	575,0	580,3±16,25	2,8	0,002
Саратовская область	744,6	748,55±35,39	4,8	605,4	601,1±26,29	4,3	0,002
Ульяновская область	848,5	850,25±51,18	6,0	682,7	718,6±60,29	8,8	0,002

В таблицах 5, 6 представлены среднегодовые (М) значения числа случаев и дней временной нетрудоспособности на 100 работающих за 2005-2014 и 2015-2019 гг., медиана±стандартное отклонение ($Me \pm m$), коэффициент вариации (Kv), р-значение для критерия Манна-Уитни.

Показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности в субъектах ПФО в основном носят стабильный характер в оба исследованных периода. Варианты имеют незначительное отклонение от медианного значения. Самые стабильные показатели по числу случаев ВН на 100 работающих имеют Нижегородская и Самарская области, по числу дней ВН на 100 работающих – Нижегородская и Саратовская области.

В Республике Татарстан в 2015-2019 гг. показатель «Число случаев ВН на 100 работающих» имел выраженную вариабельность (СМУ 39,4 случая, М 37,5 случая, σ 9,31, Kv 23,6). В 2017 г. отмечен рост показателя на 85,6% по сравнению с 2016 годом (с 29,1 до 54,0 случаев) с последующим снижением на 35,2% в 2018 г. (до 35,0 случаев) и новым ростом на 18,6% в 2019 г. (41,5 случая).

Обсуждение. Для всех исследуемых территорий (в целом по РФ, по ПФО и для субъектов округа) были установлены статистически значимые различия показателей ЗВУТ за два исследуемых периода ($p < 0,05$).

Показатели ЗВУТ в субъектах ПФО в 2015-2019 гг. достоверно ниже, чем в 2005-2014 гг.

Действующий в настоящее время порядок устанавливает императивное требование о предоставлении отчетности по форме федерального статистического наблюдения № 16-ВН (далее – форма 16-ВН) к медицинским организациям, входящим в номенклатуру медицинских организаций, утвержденную приказом Минздрава России от 6 августа 2013 г. № 529н «Об утверждении номенклатуры медицинских организаций». Существенная часть медицинских организаций, выдающих листки нетрудоспособности, не предоставляет отчет по форме 16-ВН в органы исполнительной власти субъектов РФ в сфере здравоохранения на вполне легитимных основаниях. При этом доля обращений за медицинской помощью в учреждения, неподведомственные органам управления здравоохранения, в Российской Федерации достаточно велика [33, 34]. Объем платных услуг населению стабильно растет из года в год [35]. Выборочный опрос руководителей частных медицинских организаций и поликлиник промышленных предприятий,

проведенный авторами в Свердловской области, показал, что никто из опрошенных отчет по форме 16-ВН в Министерство здравоохранения Свердловской области не сдает. Таким образом, можно констатировать, что показатели ЗВУТ, публикуемые Росстатом, не являются генеральной совокупностью данных о ЗВУТ.

Заключение. Как было показано в исследовании, данные федерального статистического наблюдения позволяют проводить сравнительную оценку ЗВУТ на национальном и макрорегиональном уровне, устанавливать особенности ЗВУТ на уровне субъектов РФ. Установлено, что уровень ЗВУТ в целом по ПФО выше, чем в целом по РФ. При этом результаты исследования по отдельным субъектам округа свидетельствуют о том, что показатели ЗВУТ внутри региона существенно отличаются, что позволяет говорить о наличии региональных особенностей не только в округах, но и в субъектах округа.

На примере ПФО определено достоверное отличие показателей ЗВУТ в регионах округа в 2015-2019 гг. от предыдущего периода 2005-2014 гг. На основании чего сделан вывод, что существенное снижение показателей ЗВУТ, учитываемых органами управления в сфере здравоохранения субъектов РФ, ассоциировано со статистическим инструментарием для организации статистического наблюдения в сфере здравоохранения, утвержденным приказом Росстата от 25.12.2014 г. № 723.

При использовании материалов федерального статистического наблюдения для исследования ЗВУТ на национальном, макрорегиональном и региональном уровне необходимо учитывать, что представленные в ЕМИСС показатели не являются генеральной совокупностью данных о ЗВУТ.

Для обеспечения полной и достоверной статистической информации о ЗВУТ рекомендуется включить все юридические и физические лица, выдающие листки нетрудоспособности, независимо от формы собственности и ведомственного подчинения, в систему федерального статистического наблюдения с целью предоставления органам управления субъектов РФ в сфере здравоохранения отчетности по форме 16-ВН.

Список литературы:

1. Козлова О.А., Макарова М.Н., Бедрина Е.Б., Федорова А.Э., Уханова А.В., Проворова А.А., Неклюдова Н.П., Струин Н.Л., Шастин А.С., Газимова В.Г., Секички-Павленко О.О., Зубарев Н.Ю., Пышминцева О.А., Лифшиц М.Л.,

- Чернова К.В., Зарубина А.Г. Средовые факторы формирования здоровья населения регионов России в контексте концепции устойчивого развития. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН; 2020.
2. Аганбегян А.Г. Негативный демографический тренд в России – возможности преодоления или смягчения. Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2020;1(60): 5-16. eLIBRARY ID: 44745517
 3. Уставщикова С.В. Концепция демографической политики-2025 и демографическая ситуация в Приволжском федеральном округе. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2016; 16(1): 14-18. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-1-14-18 eLIBRARY ID: 25717857
 4. Леонов С.А., Сон И.М., Савина А.А. Вклад субъектов РФ в формирование уровней общей заболеваемости всего населения в 2010-2016 годах. Менеджмент в здравоохранении. 2018; 6: 6-17. eLIBRARY ID: 35288901
 5. Савина А.А., Леонов С.А., Сон И.М., Михайлова Ю.В., Фейгинова С.И., Кудрина В.Г. Основные тенденции первичной заболеваемости населения в субъектах Российской Федерации в 2008-2017 гг. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2019; 27(2): 118-122. DOI: 10.32687/0869-866X-2019-27-2-118-122 eLIBRARY ID: 37280012
 6. Стародубов В.И., Соболева Н.П., Савченко Е.Д. К вопросу об укреплении и сохранении здоровья работающих на предприятиях (на примере Центрального федерального округа). Менеджер здравоохранения. 2018; 1: 35-41.
 7. Измеров Н.Ф. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. («Стратегия 2020») и сохранение здоровья работающего населения России. Медицина труда и промышленная экология. 2012; 3: 1-8.
 8. Ревич Б.А., Харьковская Т.Л. Чем болеют и от чего гибнут россияне трудоспособного возраста. Демоскоп Weekly. 2016; 691-692: 1-20.
 9. Бакиров А.Б. Проблемы сохранения здоровья работающего населения в Республике Башкортостан. Гигиена, профпатология и риски здоровью населения: сб. науч. тр. Уфа; 2016.
 10. Ибрагимов И.У., Бабаев А.Б., Юсупов З.Я. Анализ производственно-обусловленной заболеваемости у работников кондитерских фабрик. Вестник Авиценны. Душанбе. 2017; 19(2): 155-159. doi: 10.25005/2074-0581-2017-19-2-155-160

11. Сакебаева Л.Д., Сабырахметова В.М., Карашова Г.И., Шаяхметова К.Н., Егизбаева Д.К., Ктабалиева А.Т. Оценка показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности у рабочих основных цехов актюбинского завода хромовых соединений. West Kazakhstan Medical Journal. 2016; 1(49): 75-81.
12. Рзаева А.Д. Комплексная оценка заболеваемости, временной и стойкой нетрудоспособности, смертности железнодорожников. Казанский медицинский журнал. Баку. 2016; 97(4): 624-627. DOI: 10.17750/KMJ2015-624
13. Наумов И.А. Состояние заболеваемости с временной утратой трудоспособности женщин-работниц химического производства. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. Гродно. 2016; 3: 97-102.
14. Гапон В.О., Голованова І.А., Белікова І.В., Плужнікова Т.В., Ляхова Н.А. Оцінка захворюваності з тимчасову втратою працездатності у системі соціально-гігієнічного моніторингу. Вісник проблем біології і медицини. Полтава. 2021; Т.1: № 2(92): 23-25.
15. Шомуров Ш.Ш. Анализ уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности работников на швейном производстве г. Ташкента. VI международная научно-практическая конференция «Наука и просвещение». Ташкент, 2012.
16. Адиллов У.Х. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности работников в зависимости от способа добычи угля. Медицина и фармакология. 2019;7(62): 8-11. URL: <http://7universum.com/ru/med/archive/item/7799>
17. Румянцева А.И., Тимофеев Л.Ф. Экономический анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности в Арктической группе районов РС (Я). Якутский медицинский журнал. 2011; 1(33): 75-77. eLIBRARY ID: 17757434
18. Хамитов Т.Н. Оценка состояния здоровья рабочих листопрокатного производства по показателям заболеваемости. Медицина в Кузбассе. 2018; 17(1): 34-39.
19. Севальнев А.И., Орехова О.В., Павленко О.І., Шаравара Л.П. Анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности у рабочих, занятых добычей и переработкой железной руды. Світ медицини та біології. Полтава. 2019; Т. 15, №3(69):141-147. DOI: 10.26724/2079-8334-2019-3-69-141-147

20. Гимранова Г.Г., Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Сакиев К.З., Бейгул Н.А., Отарбаева М.Б., Шайхлисламова Э.Р. Априорная оценка риска факторов рабочей среды и трудового процесса у бурильщиков и их помощников, занятых в нефтедобывающей промышленности. Гигиена труда и медицинская экология. Караганда. 2017; 1(54): 17-22.
21. Абдрашитова А.Б., Салеев Р.А., Хисамутдинов А.Н. Анализ заболеваемости с временной нетрудоспособностью в Республике Татарстан. Общественное здоровье и здравоохранение. 2020; 1(65): 33-37.
22. Шамсияров Н.Н., Галиуллин А.Н. Клинико-статистический анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности экономически активного населения города Казани. Вестник современной клинической медицины. 2015; 8 (2):74-81. eLIBRARY ID: 23365627
23. Гусева Н.К., Соколов В.А., Соколова И.А., Дюютова М.В. Доступность и качество медицинской помощи. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2013; 2: 16-18 eLIBRARY ID: 18965407
24. Гусева Н.К., Бердугин В.А., Зубеев П.С., Баранова С.В. Вопросы экспертизы временной нетрудоспособности и медико-социальной экспертизы при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Медицинский альманах. 2018; 1 (52): 8-13. eLIBRARY ID: 32827403
25. Фролова О.В., Тупикова Д.С., Горбачев Д.О., Сиротко И.И. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности населения Самарской области. Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2019; 77: 65-71. eLIBRARY ID: 41428764
26. Тарасова Т.Н., Суслин С.А., Баринаева Ж.В., Бочкарева М.Н. Анализ состояния и структуры заболеваемости с временной утратой трудоспособности среди работающего населения Самарской области. Наука и инновации в медицине. 2019; 4(2): 53-57. DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-2-53-57 eLIBRARY ID: 39268092
27. Егоршин А.П., Полина Н.А. Об экономическом эффекте снижения уровня заболеваемости и инвалидности населения. Здравоохранение Российской Федерации. 2015; 59(1): 22-25. eLIBRARY ID: 22979431
28. Савельев В.Н., Виноградова Т.В., Дунаев С.М. Статистический анализ заболеваемости населения Удмуртской Республики. Медицинский альманах. 2011; 2(15): 19-21. eLIBRARY ID: 16210985

29. Сулейманов Р.А., Абдулнагимов И.Г. Динамика заболеваемости трудоспособного населения, проживающего в районе расположения Башкирского биохимкомбината. Медицинский вестник Башкортостана. 2007; 2(2): 11-14. eLIBRARY ID: 33597079
30. Бегун Д.Н. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности при ревматических болезнях в Оренбургской области. Здоровье населения и среда обитания. 2016; 1(274): 4-7. eLIBRARY ID: 25600443
31. Лебедева-Несевря Н.А., Костарев В.Г., Никифорова Н.В., Цинкер М.Ю. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности работающего населения: федеральные и региональные показатели и тенденции 2005-2014 гг. Гигиена и санитария. 2017; 96(11):1054-1059. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1054-1059 eLIBRARY ID: 32398188
32. Ноткин Е. Л. Об углубленном анализе данных заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Гигиена и санитария. 1979;5:40-46.
33. Иванова А.Е., Михайлов А.Ю. Методология оценки экономических потерь от нездоровья. Менеджер здравоохранения. 2012; 2: 33-37. eLIBRARY ID: 17682020
34. Грот А.В., Сажина С.В., Шишкин С.В. Обращаемость за медицинской помощью в государственный и частный секторы здравоохранения (по данным социологических исследований). Социальные аспекты здоровья населения. 2018; 5(63):1. eLIBRARY ID: 36401886
35. Статистический сборник «Здравоохранение в России 2019». М: 2019.

References:

1. Kozlova O.A., Makarova M.N., Bedrina E.B., *et al.* Environmental factors of population health formation in Russian Regions in the scope of the the concept of sustainability. Ekaterinburg: InstitutekonomikiUrO RAN; 2020. (In Russian).
2. Aganbegyan A.G. The negative demographic trend in Russia - the options for overcoming or mitigating. Ekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitiya. 2020; 1(60): 5-16. eLIBRARY ID: 44745517 (In Russian).
3. Ustavshchikova S.V. Concept of demographic policy-2025 and demographic situation in the Volga Federal District. Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Nauki o Zemle. 2016;16(1): 14-18. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-1-14-18 eLIBRARY ID: 25717857 (In Russian).

4. Leonov S.A., Son I.M., Savina A.A. Contribution of the Russian federation subjects to the total population overall incidence levels formation in for 2010-2016. *Menedzhment v zdravoooshranenii*. 2018; 6: 6-17. eLIBRARY ID: 35288901 (In Russian).
5. Savina A.A., Leonov S.A., Son I.M., Mikhailova YU.V., Feiginova S.I., Kudrina V.G. The main trends in primary morbidity of population in the subjects of the Russian Federation in 2008-2017. *Problemy social'noj gigieny, zdravoooshraneniya i istorii mediciny*. 2019; 27(2): 118-122. DOI: 10.32687/0869-866X-2019-27-2-118-122 eLIBRARY ID: 37280012 (In Russian).
6. Starodubov V.I., Soboleva N.P., Savchenko E.D. To the question of enhancing and preserving the health of employees at enterprises (on the example of the Central Federal District). *Menedzher zdravoooshraneniya*. 2018; 1: 35-41. (In Russian).
7. Izmerov N.F. Concept of long-term social and economic development until 2020 ("strategy 2020") and health preservation for workers in Russia. *Medicinatruda i promyshlennaya ekologiya*. 2012; 3: 1-8. (In Russian).
8. Revich B.A., Kharkova T.L. What do Russians of working age suffer and die from? *Demoskop Weekly*. 2016; 691-692: 1-20.
9. Bakirov A.B. Problems of health maintenance of the working population in the Republic Bashkortostan. *V sbornike: Gigiena, profpatologiya i riski zdorov'yu naseleniya*. 2016. (In Russian).
10. Ibragimov I.U., Babaev A.B., Yusupov Z.YA. Analysis of work-related morbidity in workers of confectionery factories. *Vestnik Avicenny*. Dushanbe. 2017; 19(2): 155-159. doi: 10.25005/2074-0581-2017-19-2-155-160
11. Sakebaeva L.D., Sabyrahmetova V.M., Karashova G.I., et al., Assessment of incidence rates with temporary disability among workers of the main workshops of the Aktobe plant of chromium compounds. *West Kazakhstan Medical Journal*. 2016; 1(49): 75-81.
12. Rzaeva A.D. Comprehensive assessment of morbidity, temporary and permanent disability, mortality of railway workers. *Kazanskij medicinskij zhurnal*. 2016; 97(4): 624-627. DOI: 10.17750/KMJ2015-624 (In Russian).
13. Naumov I.A. The state of morbidity with temporary disability of female workers in the chemical industry. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. 2016; 3: 97-102. (In Russian).

14. Gapon V.O., Golovanova I.A., Belikova I.V., Pluzhnikova T.V., Lyahova N.A. Estimation of morbidity with temporary disability in the system of social and hygienic monitoring. *Visnik problem biologii i medicini*. 2021; T.1: № 2(92): 23-25. (In Ukrainian).
15. Shomurov Sh.Sh. Analysis of the level of morbidity with temporary disability of workers in the garment industry in Tashkent. VI mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Nauka i prosveshchenie». Tashkent. 2012. (In Russian).
16. Adilov U. Morbidity with temporal disability of workers depending on the method of coal mining. *Profilacticheskaya meditsina*. Tashkent. 2019; 7(62): 8-11. URL: <http://7universum.com/ru/med/archive/item/7799>
17. Romyanceva A.I., Timofeev L.F. Economic analysis of morbidity with temporary disability in the Arctic group of regions of the RS (Y). *Yakutskij medicinskij zhurnal*. 2011; 1(33):75-77. (In Russian).
18. Hamitov T.N. Assessment of the health status of sheet rolling production workers in terms of morbidity rates. *Medicina v Kuzbase*. 2018; 17(1): 34-39. (In Russian).
19. Sevalnev A.I., Orekhova O.V., Pavlenko O.I., Sharavara L.P. Analysis of morbidity with temporary disability among workers in the mining and processing of iron ore. *Svitmedicini ta biologii*. Poltava. 2019; V 15, 3(69): 141-147. DOI: 10.26724/2079-8334-2019-3-69-141-147
20. Gimranova G.G., Karimova L.K., Bakirov A.B., *et al.* A priori assessment of the risk of factors of the working environment and the labor process for drillers and their assistants employed in the oil industry. *Gigienatruda i medicinskaya ekologiya*. 2017; 1(54): 17-22. (In Russian).
21. Abdrashitova A.B., Saleev R.A., Khisamutdinov A.N. Incidence analysis with temporary disability in Tatarstan republic. *Obshchestvennoe zdorov'e i zdavoohranenie*. 2020;1(65): 33-37. (In Russian).
22. Shamsiyarov N.N., Galiullin A.N. Clinical and statistical analysis of morbidity with temporary disability of the economically active population of Kazan city. *Vestnik sovremennoj klinicheskoy mediciny*. 2015; 8(2): 74-81. eLIBRARY ID: 23365627 (In Russian).
23. Guseva N.K., Sokolov V.A., Sokolova I.A., Doyutova M.V. Availability and quality of medical care. *Problemy sotsialnoy gigiyeny, zdavoohraneniya i istoriimeditsiny*. 2013; 2:16-18 eLIBRARY ID: 18965407 (In Russian).

24. Guseva N.K., Berdutin V.A., Zubeev P.S., Baranova S.V. Issues of temporary disability examination and medical and social examination in the case of gastrointestinal diseases. *Meditsinskiy almanakh*. 2018; 1(52): 8-13. eLIBRARY ID: 32827403 (In Russian).
25. Frolova O.V., Tupikova D.S., Gorbachev D.O., Sirotko I.I. Morbidity with temporary disability of the population of the Samara region. *Nauchno-medicinskij vestnik Central'nogo CHernozem'ya*. 2019; 77: 65-71. eLIBRARY ID: 41428764 (In Russian).
26. Tarasova T.N., Suslin S.A., Barinova ZH.V., Bochkareva M.N. Morbidity with temporary disability among the working population of the Samara region: status and structure analysis. *Nauka i innovacii v medicine*. 2019; 4(2): 53-57. DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-2-53-57 eLIBRARY ID: 39268092 (In Russian).
27. Egorshin A.P., Polina N.A. About economic effect of decreasing of level of morbidity and disability of population. *Zdravooohranenie Rossijskoj Federacii*. 2015; 59(1): 22-25. eLIBRARY ID: 22979431 (In Russian).
28. Savel'ev V.N., Vinogradova T.V., Dunaev S.M. Statistical analysis of morbidity rate among Udmurt republic population. *Medicinskij al'manah*. 2011; 2 (15): 19-21. eLIBRARY ID: 16210985 (In Russian).
29. Sulejmanov R.A., Abdalnagimov I.G. Dynamics of disease of the able-bodied population living in the area of the Bashkir biochemical center. *Medicinskij vestnik Bashkortostana*. 2007; 2(2): 11-14. eLIBRARY ID: 33597079 (In Russian).
30. Begun D.N. Population morbidity with temporary disability in rheumatic diseases in the Orenburg region. *Zdorov'e naseleniya i sredaobitaniya*. 2016; 1 (274): 4-7. eLIBRARY ID: 25600443 (In Russian).
31. Lebedeva-Nesevrya N.A., Kostarev V.G., Nikiforova N.V., Cinker M.YU. Morbidity with temporary loss of work capacity in working population: federal and regional indices and trends over 2005 – 2014. *Gigiena i sanitariya*. 2017; 96(11): 1054-1059. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1054-1059 eLIBRARY ID: 32398188 (In Russian).
32. Notkin E. L. On the fundamental analysis of the morbidity data with temporary incapacity for work. *Gigiena i sanitariya*. 1979; 5:40-46. (In Russian).
33. Ivanova A.E., Mihajlov A.YU. Methodology of evaluating economic losses from ill-health. *Menedzherzdravooohraneniya*. 2012; 2: 33-37. eLIBRARY ID: 17682020 (In Russian).

34. Grot A.V., Sazhina S.V., SHishkin S.V. Medical care seeking in the public and private health sectors (according to sociological surveys). Social'nyenaspektyzdorov'yanaseleniya. 2018; 5(63):1. eLIBRARY ID: 36401886 (In Russian).
35. Statistical book "Healthcare in Russia 2019". Moscow, 2019. (In Russian).

Поступила/Received: 26.09.2021
Принята в печать/Accepted: 27.10.2021

УДК: 614.446.9

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ
СОТРУДНИКОВ БОЛЬНИЦЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ГОРОДА УФЫ
НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ COVID-19**

Мухаметзянов А.М.¹, Мазитова Д.И.¹, Салахутдинова Д.М.², Бронникова Н.Д.¹, Карпина Н.С.³

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Уфа, Россия

²ГБУЗ РБ «Больница скорой медицинской помощи», Уфа, Россия

³ФКУЗ «Медико-санитарная часть МВД России по Республике
Башкортостан», Уфа, Россия

Цель работы: провести анализ динамики заболеваемости манифестными и бессимптомными формами новой коронавирусной инфекции COVID-19 среди сотрудников медицинской организации для оценки рисков развития эпидемического процесса, определения тактики иммунизации сотрудников в условиях развившейся пандемии.

В статье представлены результаты анализа заболеваемости сотрудников многопрофильного стационара с апреля 2020 года по август 2021 года манифестной и бессимптомной формами новой коронавирусной инфекции COVID-19 в условиях неинфекционных отделений и отделений, перепрофилированных в инфекционный госпиталь; структура заболеваемости среди различных профессиональных групп персонала медицинской организации; соотношения в показателях заболеваемости врачей и среднего медицинского персонала; структура клинических вариантов течения COVID-19.

Динамические изменения вовлечения в эпидемиологический процесс сотрудников свидетельствует о необходимости принятия оперативных решений в рамках оптимизации противоэпидемических мероприятий в медицинской организации.

Ключевые слова: *новая коронавирусная инфекция COVID-19, сотрудники медицинской организации, эпидемический процесс, противоэпидемический режим, заболеваемость, структура заболеваемости, клинические формы, манифестные формы, бессимптомные формы течения инфекции.*

Для цитирования: Мухаметзянов А.М., Мазитова Д.И., Салахутдинова Д.М., Бронникова Н.Д., Карпина Н.С. Результаты мониторинга заболеваемости сотрудников больницы скорой медицинской помощи города Уфы новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Медицина труда и экология человека. 2021;4:43-54

Для корреспонденции: Мазитова Диана Ильмировна, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, ординатор, кафедра эпидемиологии, e-mail: diamazitova@mail.ru

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10403>

THE RESULTS OF MONITORING THE MORBIDANCE OF EMERGENCY

HOSPITALS OF THE CITY OF UFA WITH A NEW CORONAVIRAL INFECTION COVID-19

Mukhametzyanov A.M.¹, Mazitova D.I.¹, Salakhutdinova D.M.², Bronnikova N.D.¹, Karpina N.S.³

¹Bashkirian State Medical University, Ufa, Russia

²Emergency Hospital, Ufa, Russia

³Medical and sanitary unit of the Ministry of Internal Affairs of Russia in the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

Purpose of the study: to analyze the dynamics of the incidence of manifest and asymptomatic forms of the new coronavirus infection COVID-19 among workers of a medical organization to assess the risks of developing the epidemic process, to determine the tactics of immunization of employees in the context of a developed pandemic.

The article presents the results of an analysis of the morbidity of a multidisciplinary hospital workers between April 2020 and August 2021 of the manifest and asymptomatic forms of the new coronavirus infection COVID-19 in non-infectious department settings and departments redesigned into an infectious diseases hospital; the structure of morbidity among various occupational groups of personnel of a medical organization; ratio in indicators of morbidity of doctors and nurses; structure of clinical variants of the COVID-19 course.

Dynamic changes in the involvement of employees in the epidemiological process indicates the need to make operational decisions within the framework of optimizing anti-epidemic measures in a medical organization.

Keywords: *new coronavirus infection COVID-19, medical staff, epidemic process, morbidity, morbidity structure, clinical forms, manifest forms, asymptomatic forms of infection*

Citation: *Mukhametzyanov A.M., Mazitova D.I., Salakhutdinova D.M., Bronnikova N.D., Karpina N.S. The results of monitoring the morbidity of emergency hospitals of the city of Ufa with a new coronaviral infection COVID-19. Occupational health and human ecology. 2021;4:43-54*

For correspondence: *Diana I. Mazitova - resident of the Bashkirian State Medical University, Ufa, e-mail: diamazitova@mail.ru.*

Financing: *The study had no financial support.*

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10403>

Быстрый рост числа заболевших среди населения на начальном этапе развития пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 (НКВИ COVID-19) оказал колоссальную нагрузку на всю систему здравоохранения [1,2]. В целом по стране и в регионах были введены ограничительные мероприятия, направленные на снижение скорости распространения инфекции, был принят ряд управленческих решений по усилению противоэпидемического режима в медицинских организациях различного профиля. Для обеспечения медицинской помощи в условиях дефицита инфекционных коек [3] возникла необходимость в короткие сроки перепрофилировать различные медицинские организации [4], что увеличило профессиональный риск участия в эпидемическом процессе персонала медицинских организаций (МО) [5,6]. Медицинские работники различных специальностей при выполнении своих служебных обязанностей столкнулись с необходимостью изменения режима труда и отдыха, усилением тяжести и напряженности трудового процесса, необходимостью соблюдения жесткого противоэпидемического режима в условиях риска распространения опасной инфекции. Указанные обстоятельства явились факторами риска вовлечения медицинских работников в эпидемический процесс в условиях действия биологически опасных факторов

производственной среды и трудового процесса. Особенности формирования инфекционного процесса при новой коронавирусной инфекции COVID-19 обеспечивают возможность распространения заразного начала с разной степенью выраженности [7]. Указанное имеет особое значение с позиции эпидемиологической значимости источников инфекции: медицинского персонала и пациентов [5,8]. Медицинские работники подвержены повышенному риску заражения при выполнении различных манипуляций и уходе за пациентами с COVID-19. Эпидемиологические данные о передаче SARS-CoV-2 медицинским работникам на начальном периоде развития пандемии были немногочисленны [9,10] и представлены в опубликованных результатах когортных исследований [11], отчетах правительственных агентств [12] или статьях в прессе [13]. В последующем изучение особенностей эпидемиологии указанной инфекции, значимости различных рисков оказалось приоритетным и требовало интенсивной профилактической работы, базирующейся на методических и нормативных документах. Контагиозность SARS-CoV-2 обеспечивает риск распространения его в различных группах населения и требует оптимизации своевременных диагностических и противоэпидемических мероприятий, в том числе в медицинских организациях [14]. Опыт контроля вспышек заболевания, связанный с оказанием медицинской помощи, включает в себя расширение масштабов тестирования, что является ключевым моментом, поскольку продемонстрирована высокая доля бессимптомных, малосимптомных и предсимптоматических случаев развития инфекционного процесса [15]. В настоящее время тестирование проводится по четким эпидемическим и клиническим показаниям [16], что особенно важно и оправдано в условиях широкого применения технологии вакцинопрофилактики. Изучение особенностей проявления эпидемического процесса среди медицинского персонала и контроль их здоровья является важной диагностической составляющей, обеспечивающей в конечном итоге эпидемиологическую безопасность в условиях различных медицинских организаций.

Цель исследования – провести анализ динамики заболеваемости манифестными и бессимптомными формами новой коронавирусной инфекции COVID-19 среди сотрудников медицинской организации для оценки рисков развития эпидемического процесса, определения тактики иммунизации сотрудников в условиях развившейся пандемии.

Материалы и методы. Анализ результатов мониторинга регистрации случаев развития новой коронавирусной инфекции COVID-19 среди сотрудников медицинской организации, в том числе медицинского персонала, проводился на базе многопрофильного стационара, оказывающего медицинскую помощь по 13 профилям, включая высокотехнологичную. В учреждении функционируют 19 клинических отделений на 810 коек, из них 4 реанимационно-анестезиологических отделения (в том числе детское), 6 параклинических отделений. На 31 августа 2021 года в Больнице скорой медицинской помощи (БСМП) работает 1166 сотрудников: 305 врачей, 514 человек среднего медицинского персонала, 147 человек младшего медицинского персонала и 200 человек немедицинского персонала.

С 1 апреля 2020 года по 31 августа 2021 года в БСМП проводился мониторинг заболеваемости сотрудников новой коронавирусной инфекцией COVID-19, а также лабораторный мониторинг, включающий определение в биологическом материале (мазок из носо-/ротоглотки) РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР и антител (IgM, IgG) к SARS-CoV-2 в крови методом ИФА. За анализируемый период было проведено 30000 исследований биологического материала, взятого от сотрудников для определения РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР в мазках из носо-/ротоглотки и 15000 исследований – на выявление антител (IgM, IgG) к SARS-CoV-2 в крови методом ИФА. В рамках исполнения приказа МЗ РФ № 1031-А от 08.10.2020 с 11 октября 2020 года хирургический корпус БСМП (отделения нейрохирургии, травматологии и ортопедии, урологии, хирургии, неотложной кардиологии, гнойной хирургии, неврологии ОНМК и нейрореабилитации) был перепрофилирован в инфекционный госпиталь для оказания медицинской помощи лицам, заболевшим коронавирусной инфекцией COVID-19. Анализ результатов, регистрации случаев инфицирования и заболевания в ходе выполняемой работы выполнен с использованием программы Microsoft Excel 2013. Использовались общепринятые статистические приемы: вычисление показателя заболеваемости (I) в расчете на 100 работающих, значения средней арифметической показателя заболеваемости (I_{cp}) за анализируемый период, средней квадратической ошибки среднего значения (m) показателя заболеваемости, доверительных интервалов ($ДИ$).

Результаты. За анализируемый период из 1166 сотрудников Больницы скорой медицинской помощи 28,5% переболели манифестной формой новой

коронавирусной инфекции COVID-19, 47,3% – перенесли COVID-19 в бессимптомной форме, 24,2% – не болели. На 31 августа 2021 года полный курс вакцинации от новой коронавирусной инфекции COVID-19 прошли 90,4% сотрудников, у 2,9% сотрудников имеются противопоказания к вакцинации, 6,7% сотрудников – не привиты и подлежат в настоящее время активной иммунизации. Выявленные закономерности свидетельствуют о высоком риске развития скрыто протекающего эпидемического процесса новой коронавирусной инфекции в медицинской организации, а следовательно, о необходимости продолжения в настоящее время мониторинга постинфекционного и поствакцинального иммунитета для определения тактики иммунизации сотрудников, снижения риска развития эпидемического процесса в условиях жесткого соблюдения противоэпидемического режима и снижения профессионального риска заражения.

Обсуждение. Из 1166 сотрудников медицинской организации, обследованных на определение РНК SARS-CoV-2 в мазках из носо-/ротоглотки методом ПЦР за анализируемый период, у 332 (28,5%) были получены положительные результаты с клиническими проявлениями заболевания COVID-19, что позволяет говорить о развитии манифестной формы инфекции. В течение 17-месячного периода наблюдения частота регистрации случаев заболевания новой коронавирусной инфекцией COVID-19 варьировала от 0,51% в июне 2020 года до 15,13% в октябре 2020 года (рис. 1).

Динамика регистрации случаев манифестной формы новой коронавирусной инфекции среди сотрудников БСМП характеризовалась активным нарастанием частоты к июлю 2020 года – 4,34% ДИ [2,64-6,04], некоторым снижением в последующие два месяца и интенсивным ростом показателя в октябре – 15,13% ДИ [12,73-17,53], что в целом согласуется с проявлением эпидемического процесса на территории РБ. В последующие месяцы наблюдалось снижение заболеваемости сотрудников (до мая 2021 года). Следующий подъем уровня заболеваемости определяется в июле 2021 года – 4,41% ДИ [1,54-7,29], не отличающийся по интенсивности от аналогичного показателя прошлого года, что указывает на сохраняющиеся эпидемические риски развития эпидемического процесса в условиях медицинской организации.

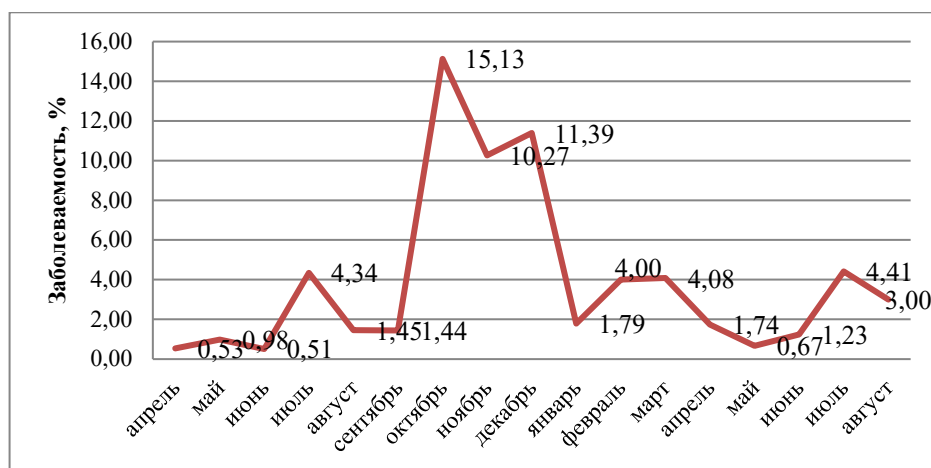


Рис. 1. Динамика регистрации НКВИ COVID-19 среди сотрудников БСМП в 2020-2021 гг. по результатам определения РНК SARS-CoV-2

Среди 332 сотрудников медицинской организации, заболевших манифестной формой, 125 (37,7%) – это врачи, 137 (41,3%) – медицинский персонал среднего звена, 36 (10,8%) – младший медицинский персонал и 34 (10,2%) другие специалисты (АХО, бухгалтера и т.д.).

Как известно, количество выполняемых манипуляций с пациентами у среднего медицинского персонала значительно больше [17] и, как следствие, выше риск заражения различными инфекциями. В условиях активного эпидемического процесса новой коронавирусной инфекции COVID-19 и высокой вероятности заноса в медицинскую организацию различные категории медицинского персонала оказались в равных условиях риска, что отразилось на частоте проявления инфекции среди персонала МО.

В период стабилизации уровня заболеваемости в апреле-сентябре 2020 года на одного заболевшего врача приходится 1,14 среднего медицинского персонала. Данный показатель кардинально не изменяется в период максимального подъема заболеваемости: на одного заболевшего врача приходится 1,16 среднего медицинского персонала, что, вероятно, указывает на равные риски заражения, несмотря на различия в частоте контакта с пациентами и применяемыми технологиями.

Среди перенесших манифестную форму инфекции наиболее часто встречающийся вариант проявлений COVID-19 среди сотрудников (в 55,1% случаях) – это острая респираторная инфекция, без пневмонии (J06.9). Из числа заболевших случаи с проявлениями пневмонии (J18.8) составили 17,7%; 11%

переносили инфекцию с проявлениями фарингита (J02.9); 3% – бронхита и трахеита (J20, J04) (рис. 2).

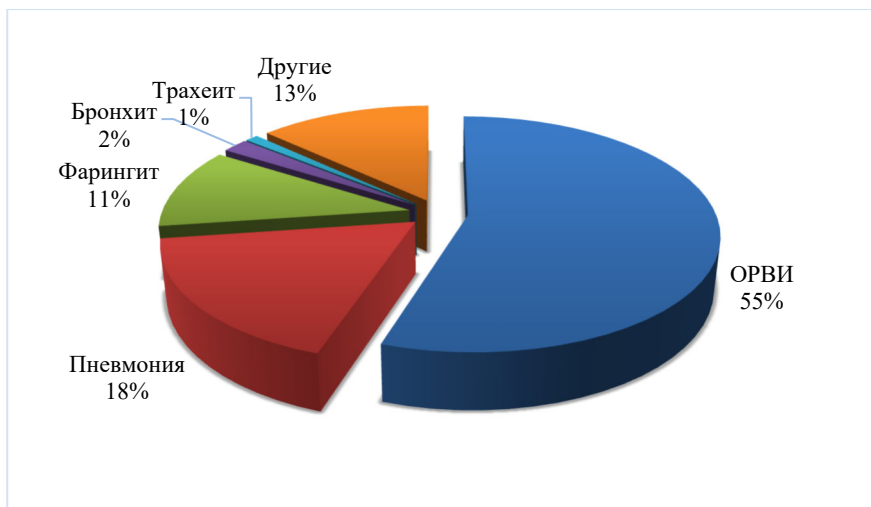


Рис. 2. Клинические варианты течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 у сотрудников БСМП в период проведения мониторинга

Помимо манифестных форм новой коронавирусной инфекции COVID-19 за указанный период мониторинга у 552 (47,3%) сотрудников БСМП были выявлены бессимптомные формы течения инфекционного процесса по результатам выявления антител (IgM) к SARS-CoV-2 в крови методом ИФА, при отрицательных результатах на выявление РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР и при отсутствии клинических признаков заболевания.

Динамика регистрации бессимптомных форм инфекции характеризовалась интенсивным нарастанием показателя вовлечения в эпидемический процесс персонала в динамике по месяцам, достигнув максимума в ноябре (34,5% ДИ [33,53-35,56]) (рис. 3), что является закономерным и согласуется с общими динамическими изменениями интенсивности процесса на территории Республики Башкортостан. С февраля 2021 года отмечается снижение уровня регистрации бессимптомных форм, что, вероятно, связано с уменьшением числа обследования сотрудников и проэпидемичиванием в условиях развития эпидемического процесса указанной инфекции.

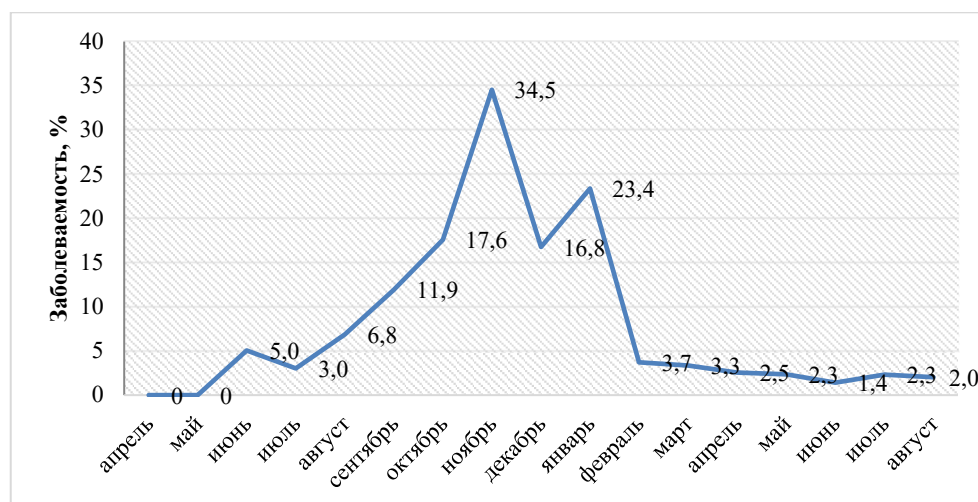


Рис. 3. Динамика регистрации бессимптомных форм НКВИ у сотрудников БСМП в 2020-2021 гг. по результатам определения антител (IgM) к SARS-CoV-2

Проблема инфицирования сотрудников медицинской организации определяется фактом реализации риска развития коронавирусной инфекции COVID-19, а также риска быть источником инфекции для своих коллег и членов своих семей. Заболевшие медицинские работники усугубляют кадровый дефицит системы здравоохранения, что приводит к увеличению объема работы, повышению напряженности и тяжести трудового процесса другого медицинского персонала, а следовательно, усилению риска.

Заключение. Динамические изменения частоты регистрации манифестных и бессимптомных форм новой коронавирусной инфекции COVID-19 были параллельными с общими проявлениями заболеваемости на территории Республики Башкортостан. Риск изменения активности эпидемического процесса в условиях медицинской организации остается высоким. Сотрудники медицинских организаций являются крайне уязвимой к инфицированию указанным инфекционным агентом группой, что определяет необходимость четкого исполнения требований охраны труда, предъявляемых к медицинской организации, и проведения работ. Преобладание бессимптомных форм указывает на интенсивный скрыто протекающий эпидемический процесс и на риски, связанные с распространением заболевания в условиях медицинской организации и не только, что еще в большей степени определяет значимость вакцинопрофилактики. Мониторинг манифестных и бессимптомных форм течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 обеспечивает возможность осуществлять оперативные

мероприятия по изоляции источников инфекции, исключению риска распространения внутри госпитальной среды.

Список литературы:

1. Griffin K.M., Karas M.G., Ivascu N.S., Lief L. Hospital preparedness for COVID-19: a practical guide from a critical care perspective. *Am J RespirCrit Care Med.* 2020; 201: 1337–44.
2. Careno L., Costantini E., Greco M., Barra F.L., Rendiniello V., Mainetti M., et al. Hospital surge capacity in a tertiary emergency referral centre during the COVID-19 outbreak in Italy. *Anaesthesia.* 2020; 75: 928–34.
3. Guo Y.R., Cao Q.D., Hong Z.S., et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak - an update on the status. *Mil Med Res.* 2020; 7(1): 11 Published 2020 Mar 13.
4. Tam C.F., Cheung K.S., Lam S., et al. Impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak on outcome of myocardial infarction in Hong Kong, China. *Catheter CardiovascInterv.* 2020.
5. Sikkema R.S., Pas S.D., Nieuwenhuijse D.F., O’Toole A., Verweij J., van der Linden A., et al. COVID-19 in health-care workers in three hospitals in the south of the Netherlands: a cross-sectional study. *Lancet Infect Dis.* 2020; 20(11): 1273–80.
6. Young B.E., Ong S.W.X., Kalimuddin S., Low J.G., Tan S.Y., Loh J et al. (2020) Epidemiologic features and clinical course of patient infected with SARS-CoV-2 in Singapore. *JAMA J AmMedAssoc.* 323 (15): 1488–1494.
7. Матузов Г.Л., Гумеров Р.М. Обеспечение безопасности медицинских работников в чрезвычайных ситуациях в условиях распространения COVID-19. 2021. Журнал «Безопасность жизнедеятельности» 2021; 9 (249): 24-27.
8. Asad H., Johnston C., Blyth I., Holborow A., Bone A., Porter L., et al. health care workers and patients as Trojan horses: a COVID19 ward outbreak. *Infect PrevPract.* 2020; 2(3): 100073.
9. Sun H., Lu M., Chen S., Cheng Z., Xiong Y., Wang X. Nosocomial SARS-CoV-2 infection among nurses in Wuhan at a single centre. *J Infect.* 2020; 80(6): e41–2.
10. Wei X.S., Wang X.R., Zhang J.C., Yang W.B., Ma W.L., Yang B.H., et al. A cluster of health care workers with COVID-19 pneumonia caused by SARS-CoV-2. *J MicrobiolImmunol Infect.* 2020; S1684-1182(20)30107-9.

11. Ran L., Chen X., Wang Y., Wu W., Zhang L., Tan X. Risk factors of healthcare workers with corona virus disease 2019: a retrospective cohort study in a designated hospital of Wuhan in China. *Clin Infect Dis.* 2020; 71: 2218-21.
12. Istituto Superiore di Sanità. Integrated surveillance of COVID-19 in Italy. Accessed 08 May 2020.
13. The Guardian. Number of key workers getting Covid-19 overtakes positive tests in hospitals (05.05.2020). .
14. Klompas M. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): protecting hospitals from the invisible. *Ann Intern Med.* 2020; 172(9): 619–20.
15. Price J.R., Mookerjee S., Dyakova E., Myall A., Leung W., Weisse A.Y., et al. Development and delivery of a real-time hospital-onset COVID-19 surveillance system using network analysis. *Clin Infect Dis.* 2020.
16. СП 3.1.3597-20 "Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19)", п. 3.1.1
17. Сопина З.Е. Управление качеством сестринской помощи. Учебное пособие. ГЭОТАР-Медия; 2011.

References:

1. Griffin K.M., Karas M.G., Ivascu N.S., Lief L. Hospital preparedness for COVID-19: a practical guide from a critical care perspective. *Am J RespirCrit Care Med.* 2020;201:1337–44.
2. Carenzo L., Costantini E., Greco M., Barra F.L., Rendiniello V., Mainetti M., et al. Hospital surge capacity in a tertiary emergency referral centre during the COVID-19 outbreak in Italy. *Anaesthesia.* 2020;75:928–34.
3. Guo Y.R., Cao Q.D., Hong Z.S., et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak - an update on the status. *Mil Med Res.* 2020;7(1):11 Published 2020 Mar 13.
4. Tam C.F., Cheung K.S., Lam S., et al. Impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak on outcome of myocardial infarction in Hong Kong, China. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2020.
5. Sikkema R.S., Pas S.D., Nieuwenhuijse D.F., O’Toole A., Verweij J., van der Linden A., et al. COVID-19 in health-care workers in three hospitals in the south of the Netherlands: a cross-sectional study. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(11):1273–80.

6. Young B.E., Ong S.W.X., Kalimuddin S., Low J.G., Tan S.Y., Loh J. et al. (2020) Epidemiologic features and clinical course of patient infected with SARS-CoV-2 in Singapore. *JAMA J AmMedAssoc* 323 (15): 1488–1494.
7. Matuzov G.L., Gumerov R.M. Ensuring the safety of healthcare workers in emergencies amid the spread of COVID-19. 2021. The journal "Life Safety" 2021; 9 (249): 24-27.
8. Asad H., Johnston C., Blyth I., Holborow A., Bone A., Porter L., et al. health care workers and patients as Trojan horses: a COVID19 ward outbreak. *Infect PrevPract.* 2020; 2(3):100073.
9. Sun H., Lu M., Chen S., Cheng Z., Xiong Y., Wang X. Nosocomial SARS-CoV-2 infection among nurses in Wuhan at a single centre. *J Infect.* 2020;80(6):e41–2.
10. Wei X.S., Wang X.R., Zhang J.C., Yang W.B., Ma W.L., Yang B.H., et al. A cluster of health care workers with COVID-19 pneumonia caused by SARS-CoV-2. *J MicrobiolImmunol Infect.* 2020;S1684-1182(20)30107-9.
11. Ran L., Chen X., Wang Y., Wu W., Zhang L., Tan X. Risk factors of healthcare workers with corona virus disease 2019: a retrospective cohort study in a designated hospital of Wuhan in China. *Clin Infect Dis.* 2020;71:2218-21.
12. Istituto Superiore di Sanità. Integrated surveillance of COVID-19 in Italy. Accessed 08 May 2020.
13. The Guardian. Number of key workers getting Covid-19 overtakes positive tests in hospitals (05.05.2020). .
14. Klompas M. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): protecting hospitals from the invisible. *Ann Intern Med.* 2020;172(9):619–20.
15. Price J.R., Mookerjee S., Dyakova E., Myall A., Leung W., Weisse A.Y., et al. Development and delivery of a real-time hospital-onset COVID-19 surveillance system using network analysis. *Clin Infect Dis.* 2020.
16. SP 3.1.3597-20 "Prevention of new coronavirus infection (COVID-19)", item 3.1.1
17. Sopina Z.E. Nursing care quality management. Tutorial. GEOTAR-Media; 2011.

Поступила/Received: 25.10.2021

Принята в печать/Accepted: 27.10.2021

УДК 613.644: 621.86

О КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНЫХ КАТЕГОРИЙ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ВОДИТЕЛЕЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ТРАНСПОРТА

Кравцов А. В., Сычик С.И., Соловьева И.В., Бондаренко Л.М.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», Минск, Республика Беларусь

Водители различных транспортных средств являются одной из профессиональных групп, которые подвержены наибольшему профессиональному риску. Цель исследования – изучить особенности влияния на организм водителей грузоподъемного транспорта (автовышки, автокраны, мобильные подъемные платформы) комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической категорий общей вибрации. Формирование комбинированного действия связано с последовательным действием транспортной вибрации при движении и транспортно-технологической – при подъеме и перемещении грузов, при этом уровни вибрационного воздействия указанных категорий превышают предельно допустимые (класс 3.1-3.2). Оценка функционального состояния нервной системы и нервно-мышечного аппарата в конце рабочего дня у водителей показала наличие суммирования эффектов и более выраженные изменения при комбинированном действии транспортной и транспортно-технологической категорий вибрации по сравнению с изолированным действием. Корреляционный анализ показал высокую степень связи числа точных реакций на движущийся объект, длительности выполнения пробы и времени координации при динамической треморометрии с эквивалентными уровнями виброускорения, которые могут быть маркерами комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической вибрации.

Ключевые слова: *водители грузоподъемного автотранспорта, общая вибрация, транспортная и транспортно-технологическая категории, физиологические исследования, нервная система, нервно-мышечный аппарат, сердечно-сосудистая система.*

Для цитирования: *Кравцов А. В., Сычик С.И., Соловьева И.В., Бондаренко Л.М. О комбинированном действии транспортных категорий общей вибрации на*

организм водителей грузоподъемного транспорта. Медицина труда и экология человека. 2021;4:55-67

Для корреспонденции: Кравцов Александр Владимирович, научный сотрудник лаборатории физических факторов среды обитания человека республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», phisical.factors@rspch.by.

Финансирование: исследование проводилось при финансовой поддержке Министерства здравоохранения Республики Беларусь и собственных средств республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены».

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10404>

THE COMBINED EFFECT OF TRANSPORT CATEGORIES OF GENERAL VIBRATION ON THE BODY OF LIFTING VEHICLES DRIVERS

Kravtsov A. V., Sychyk S. I., Soloveva I. V., Bondarenko L.M.

Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene», Minsk,
Republic of Belarus

Drivers of various vehicles are one of the professional groups that are exposed to the greatest occupational risk. The purpose of the study is to study the peculiarities of the effect on the body of lifting vehicles drivers (car towers, cranes, mobile lifting platforms) of the combined action of transport and transport-technological categories of general vibration. The formation of a combined action is associated with the sequential action of transport vibration during movement and transport-technological - when lifting and moving goods, while the levels of vibration exposure of these categories exceed the maximum permissible (Class 3.1-3.2). Assessment of the functional state of the nervous system and neuromuscular apparatus at the end of the working day for drivers showed the presence of summation of effects and more pronounced changes in the combined action of transport and transport-technological categories compared with an isolated action. Correlation analysis showed a high degree of correlation between the number of precise reactions to a moving object, the duration of the sample and the

coordination time during dynamic tremorometry with equivalent levels of vibration acceleration, which can be markers of the combined action of transport and transport-technological vibration.

Keywords: *drivers of lifting vehicles, general vibration, transport and transport-technological category, physiological research, nervous system, neuromuscular apparatus, cardiovascular system.*

Citation: *Alexander V. Kravtsov., Sychyk S. I., Soloveva I. V., Bondarenko L.M. The combined effect of transport categories of general vibration on the body of lifting vehicles drivers. Occupational health and human ecology. 2021;4:55-67*

Correspondence: *Kravtsov A. V. , Researcher at the laboratory of physical factors of the human environment of the Republican Unitary Enterprise "Scientific practical centre of hygiene", phisical.factors@rspch.by.*

Financing: *The research was carried out with the financial support of the Ministry of Health of the Republic of Belarus and the own funds of the republican unitary enterprise "Scientific practical centre of hygiene".*

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10404>

Проблема изучения состояния здоровья и профилактики профессионально обусловленных заболеваний водителей транспортных средств остается на протяжении ряда лет актуальной [1-4]. Так, анализ материалов аттестации более 30 тысяч рабочих мест в 28 отраслях производственной деятельности выявил наибольший профессиональный риск у водителей транспортных средств, в структуре заболеваемости которых 45% заболеваний связаны с воздействием физических факторов и 22% – с болезнями от перенапряжения отдельных органов и систем, при этом отсутствует положительная динамика в снижении числа рабочих мест, не соответствующих гигиеническим нормативам [5, 6, 7].

Одним из ведущих физических факторов, негативно влияющих на организм водителей в процессе трудовой деятельности, является вибрация [7-12]. При длительном воздействии общей вибрации на организм водителей наблюдаются изменения функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, опорно-двигательного аппарата [2, 6, 9, 11, 12]. При этом происходит снижение профессиональной надежности и работоспособности в сложных транспортных условиях [10, 13-15]. Особую группу транспортных

средств, широко применяемых в настоящее время при проведении погрузочно-разгрузочных работ в строительстве, производстве и других сферах, составляет грузоподъемный автотранспорт (автокраны, автовышки и мобильные подъемные платформы). Особенностью трудовой деятельности является выполнение в течение рабочей смены функций водителя при перемещении и оператора крана при проведении погрузочно-разгрузочных работ, во время которых водители подвергаются последовательному воздействию отдельных категорий общей вибрации, что в совокупности формирует комбинированное действие транспортной и транспортно-технологической вибрации (КДТиТТВ) [16].

Анализ отечественных и зарубежных публикаций показал, что характер КДТиТТВ на организм водителей не изучен и отсутствуют гигиенические нормативы.

Цель – изучить особенности влияния на организм водителей грузоподъемного транспорта (автовышки, автокраны, мобильные подъемные платформы) комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической категорий общей вибрации.

Материалы и методы. Исследования проведены в реальных условиях производственной среды на 9 предприятиях Минска. Основная группа включала водителей грузоподъемного транспорта (экспонируемая группа), группами сравнения явились водители грузового автотранспорта, подвергающиеся воздействию транспортной вибрации (1), и водители автопогрузчиков, автокаров, автобусов, на которых воздействует транспортно-технологическая вибрация (2). Контрольная группа сформирована из лиц, не имеющих контакта с вибрационным воздействием. Возраст испытуемых составлял от 38 до 50 лет, достоверных отличий между группами по возрастному признаку не отмечалось.

Для оценки функционального состояния нервной системы и нервно-мышечного аппарата использовали аппаратно-программный комплекс «НС-ПсихоТест». Состояние процессов уравновешенности нервной системы и состояния работоспособности оценивали по показателям теппинг-теста [17]. О функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы судили по результатам измерения частоты сердечных сокращений и артериального давления в покое и при нагрузке, по которым рассчитывали ряд гемодинамических показателей (индексы Робинсона, Мартине, Руфье-Диксона,

Кердо, коэффициент выносливости, индекс функциональных изменений) [18, 19]. Для выявления связей показателей функционального состояния организма водителей экспонируемой группы с эквивалентными уровнями виброускорения на рабочих местах, измеренными в 1/3-октавных полосах на среднегеометрических частотах от 0,8 до 80 Гц, использовали корреляционный анализ. Степень согласованности изменений показателей осуществлялась с помощью коэффициента корреляции Пирсона (r), степени корреляционных связей – по шкале Чеддока [20-22].

Статистическая обработка результатов исследований проведена общепринятыми методами с использованием Microsoft Office Excel 2016 и StatSoft Statistica 10 (серийный номер лицензии BXXR207F383402FA-V). Результаты представлены в виде медианы (Me) и межквартильного интервала (Q_{25} – Q_{75}). Уровень достоверности полученных данных принимался при $p < 0,05$ [20, 22].

Результаты. При гигиенической оценке условий труда водителей грузоподъемного транспорта установлено сочетанное действие факторов производственной среды и трудового процесса, среди которых ведущими являются тяжесть и напряженность, КДТиТТВ. Тяжесть трудового процесса характеризуется статическими нагрузками за счет нахождения в вынужденной позе от 50% и более времени рабочего дня в зависимости от вида транспортных средств, что связано с неправильной организацией рабочего места и его несоответствием эргономическим требованиям (вредный – 3.1). Напряженность трудового процесса у водителей грузоподъемного транспорта обусловлена эмоциональным напряжением, которое усугубляется длительным сосредоточенным наблюдением до 75% рабочего времени в сочетании с сенсорными нагрузками на слуховой и зрительный анализатор и необходимостью принятия решений в зависимости от сложности обстановки (вредный – 3.1-3.2).

Хронометраж рабочего дня показал, что основные операции занимают $75,2 \pm 8,2\%$ времени и включают вождение транспортного средства ($28,1 \pm 7,6\%$) и погрузочно-разгрузочные работы ($47,1 \pm 10,74\%$), что формирует комбинированное действие транспортной и транспортно-технологической категорий общей вибрации. Результаты инструментальных измерений общей вибрации на рабочих местах водителей грузоподъемного транспорта показали, что эквивалентные уровни виброускорения в 1/3 октавных полосах частот за 8-

часовую рабочую смену превышают ПДУ транспортной вибрации в диапазоне частот от 0,8 до 2 Гц на 1-8 дБ с максимумом энергии на частоте 1 Гц, транспортно-технологической - в диапазоне частот от 1,25 до 8 Гц на 1-7 дБ с максимумом энергии на частоте 4 Гц.

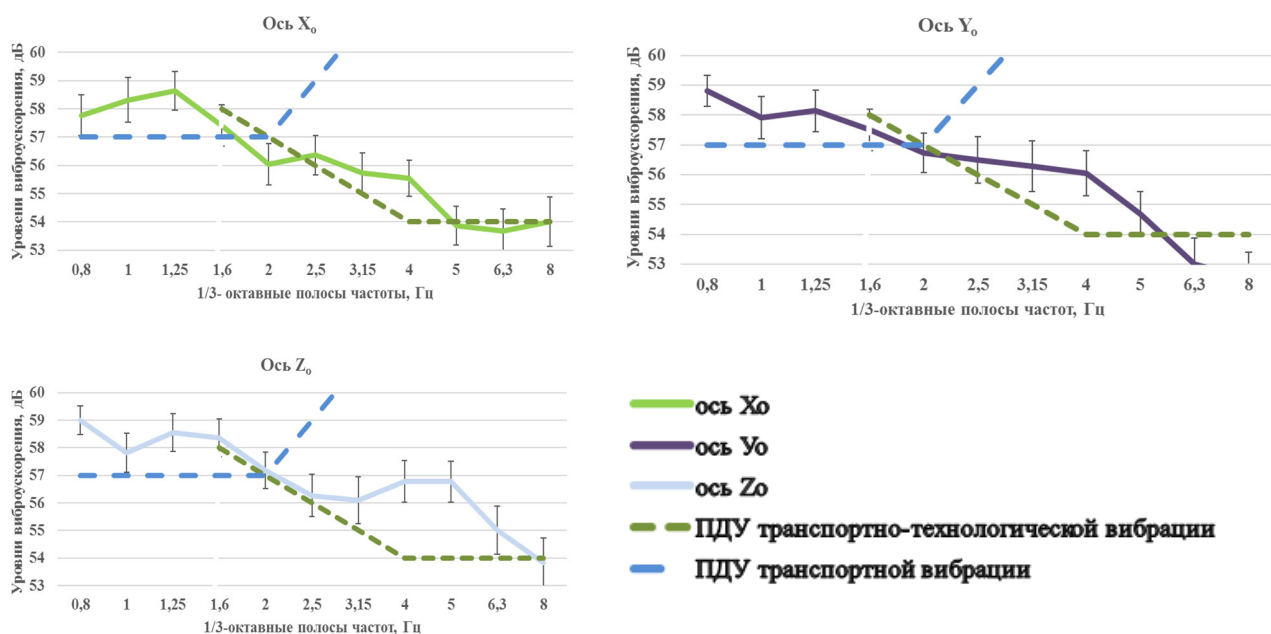


Рис. 1. Эквивалентные уровни виброускорения ($M \pm m$) общей вибрации в 1/3 октавных полосах частот по осям X₀, Y₀, Z₀ на рабочих местах водителей грузоподъемного автотранспорта за 8-часовую рабочую смену

При исследовании функционального состояния нервной системы в конце рабочего дня у водителей грузоподъемного автотранспорта при проведении теппинг-теста выявлена неуравновешенность нервных процессов в виде тенденции к увеличению уровня лабильности на 36,3% и выносливости на 11,1%, а также достоверное снижение устойчивости реакции (УР) к помехам на 36,6% и тенденции к уменьшению уровня функциональных возможностей (УФВ) на 11% по сравнению с исходным уровнем. При изолированном действии транспортной и транспортно-технологической вибрации уровни лабильности и выносливости не изменялись, как и показатели УР и УФВ, что указывает на сохранение уравновешенности нервных процессов после дневной нагрузки.

Оценка реакции на движущийся объект (РДО), которая является разновидностью сложной сенсомоторной функции, показала, что у водителей грузоподъемного транспорта происходит рост числа реакций опережений по сравнению с дорабочим состоянием на 42,9% ($p < 0,05$) при снижении в 2 раза

числа реакций запаздывания ($p < 0,05$) и, соответственно, возрастает в 6,5 раза их соотношение, как проявление развития утомления.

При изолированном действии транспортной вибрации изменения оказались менее выраженными – рост числа реакций опережения к концу рабочей смены в 1,6 раза ($p < 0,05$) при отсутствии отклонений со стороны запаздывающих реакций. При воздействии транспортно-технологической категории общей вибрации и у лиц контрольной группы РДО не изменялись.

Для характеристики функционального состояния нервно-мышечного аппарата мелких мышц кисти использовали показатели статической и динамической тремометрии. Так, при проведении тремометрии в экспонируемой группе водителей выявлено достоверное увеличение к концу рабочей смены количества касаний пластины правой рукой на 34%, общей длительности касаний на 57% и частоты касаний на 20,5% ($p > 0,05$). При выполнении задания левой рукой общая длительность и частота касаний пластины увеличились соответственно на 45 и 26,7% ($p < 0,05$). Изменения показателей динамической тремометрии проявились статистически значимым увеличением длительности выполнения пробы правой рукой до 26,0 с (17,7–30,1) по сравнению с началом дня – 16,0 с (12,5–20,0), для левой руки до 22,2 с (15,6–26,9) с 14,6 с (12,5–21,5), при росте времени координации для обеих рук на 76,2% (правая рука) и 50,4% (левая рука).

При действии транспортной категории общей вибрации изменения показателей статической тремометрии оказались менее выраженными по сравнению с комбинированным действием. Для левой руки выявлена тенденция к росту количества касаний на 7,5% ($p > 0,05$) при снижении длительности на 30,6% и частоты касаний на 18,2%. Оценка показателей динамической тремометрии показала, что статистически значимо увеличилась на 45% продолжительность пробы для левой руки и более чем на 50% время координации для обеих рук.

При изолированном действии транспортно-технологической категории общей вибрации на организм водителей в конце смены возросло количество и частота касаний правой рукой на 7,1%, длительность касаний – на 66%. При динамической тремометрии количество касаний увеличилось на 9,6%, время координации снизилось на 7,8% ($p < 0,05$).

С помощью корреляционного анализа у водителей экспонируемой группы выявлена высокая степень связи числа точных реакций на движущийся

объект на частотах 1 Гц по оси Z_0 ($r = 0,51$; $p < 0,05$) и 40 Гц по осям Y_0 и Z_0 , длительности выполнения пробы ($r = 0,70$; $p < 0,05$) и времени координации ($r = 0,72$; $p < 0,05$) при динамической тремометрии с эквивалентными уровнями виброускорения.

Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы показала, что артериальное давление и частота сердечных сокращений у водителей грузоподъемного автотранспорта после работы находятся в пределах исходного уровня, как и у водителей групп сравнения и контроля.

Анализ гемодинамических показателей продемонстрировал, что коэффициент выносливости, отражающий тренированность сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки, у водителей экспонируемой группы находится в пределах 15,9-16,4 усл. ед., что несколько превышает нормативные показатели – 12-15 усл. ед. и свидетельствует о снижении способности сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке, при этом доля водителей с показателями выше 15 усл. ед. возросла до 5,7% в конце рабочего дня.

Способность к восстановлению сердечной деятельности после физической нагрузки (срочная адаптация) по индексу Мартине-Кушелевского у 66,7% была хорошей, у остальных – удовлетворительной, по индексу Руфье-Диксона у всех – 1,2-1,4 усл. ед. (норма – $\leq 2,9$ усл. ед.). Среди водителей грузового транспорта доля лиц с удовлетворительной способностью к восстановлению сердечно-сосудистой системы после нагрузки оказалась выше на 13,3%, чем в экспонируемой группе, при воздействии транспортно-технологической вибрации изменений не выявлено.

О характере аэробных возможностей организма судили по величине индекса Робинсона, который у всех испытуемых находился в пределах 95-100 усл. ед., что выше физиологической нормы (менее 85 усл. ед.) и свидетельствует о нарушении соматического здоровья.

Интегральным показателем состояния резервов сердечно-сосудистой системы являлся адаптационный потенциал, среднегрупповые значения которого у водителей грузоподъемного автотранспорта и в контрольной группе колебались в пределах 1,93-1,98 усл. ед. и соответствовали допустимым (2,6 усл. ед.), что отражает удовлетворительный уровень функционирования системы кровообращения.

Оценка вегетативного статуса, проведенная по индексу Кердо, показала, что у большинства обследованных величина индекса находилась в пределах от -15,4 до -9,6 усл. ед.. Оценка была меньше 0, что указывает на преобладание парасимпатической регуляции в вегетативной нервной системе, при этом частота встречаемости ваготоников в группах составляет 75 – 80%.

Таким образом, существенных нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы водителей грузоподъемного транспорта в конце рабочего дня не происходит, как и в группах сравнения и контроля.

Обсуждение. Отличительной особенностью условий труда водителей грузоподъемного транспорта является комбинированное действие транспортной и транспортно-технологической категорий общей вибрации, формирование которого происходит при последовательном выполнении функций водителя при движении и оператора при управлении погрузочно-разгрузочным оборудованием. Передача вибрационного воздействия происходит через опорные поверхности на рабочих местах, оборудование которых в кабине и на платформе не соответствует эргономическим требованиям и приводит к статическим нагрузкам за счет вынужденной позы, что усиливает неблагоприятное вибрационное воздействие.

Эквивалентные уровни вибрационного воздействия превышают ПДУ каждой из категорий в низкочастотном диапазоне на 1-8 дБ, что характеризует условия труда как вредные (класс 3.1. – 3.2) и соответствует умеренно-средней степени профессионального риска для здоровья. Работа в указанных условиях вызывает в конце рабочего дня по сравнению с дорабочим состоянием нарушение подвижности нервных процессов, снижение концентрации внимания при действии помех, рост числа реакций опережения на движущийся объект при снижении числа запаздывающих ответов в сочетании с нарушением координации и точности движения мелких мышц кисти. Выявленные при КДТиТТВ изменения 14 показателей состояния нервной системы и нервно-мышечного аппарата свидетельствуют о развитии в конце рабочего дня утомления и снижении работоспособности.

При изолированном действии транспортной категории общей вибрации на организм водителей сохраняется уравновешенность нервных процессов, а изменения функционального состояния нервной системы, зрительного и двигательного анализаторов после работы носят менее выраженный характер, чем при КДТиТТВ, что подтверждается отклонением лишь 4 показателей.

Со стороны функционального состояния организма водителей при воздействии транспортно-технологической категории общей вибрации выявлены лишь изменения показателей статической и динамической тремометрии (5 показателей), что характеризует этот метод как наиболее чувствительный и информативный для определения изменений функционального состояния нервно-мышечного аппарата водителей при вибрационном воздействии.

Таким образом, КДТиТТВ обладает аддитивным эффектом в результате однонаправленного характера влияния на организм водителей транспортной и транспортно-технологической вибрации.

Выявленные при КДТиТТВ изменения функционального состояния организма согласуются с имеющимися сведениями о характере биологического действия вибрации, которое определяется мощностью колебательного процесса в зависимости от времени, частоты и направления действия, биомеханическими свойствами тела с возможностью явления резонанса и прямого микротравмирующего действия на опорно-двигательный аппарат и развитие вестибуло-обусловленных реакций [12, 14].

Заключение. При гигиенической оценке условий труда водителей грузоподъемного транспорта (автокраны, автовышки, мобильные подъемные платформы) установлено наличие комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической вибрации, уровни вибрационного воздействия которых превышают предельно допустимые для общей вибрации (класс условий труда 3.1. – 3.2.) и являются факторами профессионального риска.

Физиологическими исследованиями функционального состояния организма водителей грузоподъемного транспорта установлен аддитивный тип комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической вибрации, который характеризуется более выраженными изменениями нервной системы и нервно-мышечного аппарата по сравнению с изолированным действием транспортной или транспортно-технологической, которые обладая однонаправленным действием на изучаемые системы организма, формируют эффект суммации.

Корреляционный анализ выявил высокую степень связи числа точных реакций на движущийся объект, длительности выполнения пробы, количества касаний в пробе и времени координации при тремометрии с эквивалентными уровнями виброускорения, измеренными в 1/3 октавных полосах частот, что

позволяет рекомендовать указанные физиологические показатели в качестве информативных маркеров для диагностики ранних признаков нарушений здоровья и установления безопасных и безвредных уровней комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической вибрации.

Список литературы:

1. Захаров С.В., Легусова Д.Н. Анализ условий труда водителей автомобильного транспорта. Безопасность в техносфере. 2012; 1(3): 46–8.
2. Гребеньков С.В., Сухова Я.М. Оценка условий труда и профессионального риска у водителей грузового автотранспорта. Профилактическая и клиническая медицина. 2016; 3: 12–7.
3. Сувидова Т.А., Олещенко А.М., Кислицына В.В. Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников автотранспортных предприятий. Медицина труда и промышленная экология. 2018; 6: 4–6.
4. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль. М.: Медицина; 2003.
5. Измеров Н.Ф. Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.: пути и перспективы реализации. Медицина труда и промышленная экология. 2008; 6: 1–9.
6. Якушина М.А., Рущенко Н.А., Монастырская Е.Г. Анализ результатов периодических медицинских осмотров лиц, работающих на автотранспортных предприятиях Приморского края. Тихоокеанский медицинский журнал. 2011; 3: 94–5.
7. Cann A.P., Salmoni A.W., Vi P., Eger T.R. An exploratory study of whole body vibration exposure and dose while operating heavy equipment in the construction industry. Applied Occupational and Environmental Hygiene. 2003; 18(12): 999–1005.
8. Евлампиев С.Ю., Махонько М.Н., Шкробова Н.В. Профессиональные и профессионально обусловленные заболевания у работников современного автомобильного транспорта. Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2013; 3(11): 1166–7.

9. Шевкун И.Г. Задачи сохранения и укрепления здоровья водителей автотранспортных средств. Реализация Глобального плана действий ВОЗ по здоровью работающих в Российской Федерации: материалы Всерос. конф. М.; 2009. с. 188–90.
10. Радченко О.Р., Мухаметшин И.Р. Образ жизни, условия труда и состояние репродуктивного здоровья водителей. Проблемы репродукции. 2013; 1: 26–32.
11. Старожук И.А. Экспериментальные исследования по воздействию низкочастотной вибрации 0,5-1 Гц на организм человека. Материалы научно-методической и научно—исследовательской конференции. МАДИ. М.; 1993.
12. Kittusamy N.K., Buchholz B. Whole-body vibration and postural stress among operators of construction equipment: A literature review. Journal of safety research. 2004; 35(3): 255–61.
13. Федотова И.В., Бобоха М.А., Аширова С.А., Некрасова М.М., Морозова П.Н. Вибрация как фактор профессионального риска у водителей грузового автотранспорта. Здоровье населения и среда обитания. 2016; 4(277): 16–9.
14. Вайсман А.И. Гигиена труда водителей автомобилей. М.: Медицина; 1988.
15. Свижевский В.А., Стовбур Н.Н. Современные проблемы гигиенического нормирования физических факторов, воздействующих на персонал и пассажиров метрополитена. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН (Иркутск). 2011; 1-1(77): 273–7.
16. Соловьева И.В., Сычик С.И., Кравцов А.В., Дроздова Е.В., Арбузов И.В., Баслык А.Ю., и др. Гигиеническая оценка условий труда водителей-операторов автокранов, автовышек и мобильных подъемных платформ. Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. Минск: РНМБ, 2016; 26: 188–90.
17. Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике. Иваново: Нейрософт; 2008.
18. Зинчук В.В., Балбатун О.А., Емельянчик Ю.М. Нормальная физиология. Краткий курс: учеб. пособие. 3-е изд., стер. Минск: Вышэйшая школа; 2014.
19. Ситдииков Ф.Г., Зиятдинова Н.И., Зефиоров Т.Л. Физиологические основы диагностики функционального состояния организма: учебное пособие к практическим занятиям по физиологии для бакалавров, магистров. Казань: КФУ; 2019.

20. Филиппенко Н.Г., Поветкин С.В. Методические основы проведения клинических исследований и статистической обработки полученных данных: методические рекомендации для аспирантов и соискателей медицинских вузов. Курск; 2010.
21. Боровиков В.П., Боровиков И.П. Statistica: статистический анализ и обработка данных в среде Windows. 2-е изд., стер. Москва: Филинь; 1998.

References:

1. Zakharov S.V., Legusova D.N. Analysis of working conditions of road transport drivers. Safety in technosphere. 2012; 1(3): 46–8.
2. Grebenkov S.V., SyhovaYa.M. Assessment of working conditions exposure and occupational risk among truck drivers. Preventive and clinical medicine. 2016; 3: 12–7.
3. Suvidova T.A., Oleshchenko A.M., Kislitsyna V.V. Hygienic evaluation of work conditions and occupational morbidity of automobile transport workers. Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology. 2018; 6: 4–6.
4. Izmerov N.F., Suvorov G.A. Physical factors of the industrial and natural environment. Hygiene assessment and control. Moscow: Meditsina; 2003.
5. Izmerov N.F. Global plan of actions on workers' health preservation for 2008-2017: ways and prospects of realization. Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology. 2008; 6: 1–9.
6. Yakushina M.A., Rushchenko N.A., Monastyrskaya E.G. Analysis of periodic medical examinations of persons working in motor transport companies of Primorsky krai. Pacific Medical Journal. 2011; 3: 94–5.
7. Cann A.P., Salmoni A.W., Vi P., Eger T.R. An exploratory study of whole body vibration exposure and dose while operating heavy equipment in the construction industry. Applied Occupational and Environmental Hygiene. 2003; 18(12): 999–1005.
8. Evlampiev S.Yu., Makhon'ko M.N., Shkrobova N.V. Occupational and Occupational Diseases in Modern Road Transport Workers. Bulletin of Medical Internete tConferences. 2013; 3(11): 1166–7.
9. Shevkun I.G. Objectives of maintaining and improving the health of vehicle drivers. Implementation of the WHO Global Plan of Action for the Health of Workers in the Russian Federation: Proceedings of the All-Russian Conference. Moscow; 2009. P. 188–90.

Поступила/Received: 30.09.2021

Принята в печать/Accepted: 15.11.2021

УДК 614/5: 644.36

ОПСИНЫ *Trichoplax sp. H2* (PLACOZOA) – ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ГИГИЕНЫ

Капцов В.А.¹, Дейнего В.Н.¹, Козырицкий Д.В.²

¹ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» Роспотребнадзора, Москва, Россия

²ГБОУ «Гимназия №8» им. Н.Т. Хрусталева, Севастополь, Россия

*Появление светодиодных и лазерных источников света на транспорте обостряют проблему безопасности движения и окружающей световой среды человека. Разработка гигиенических мер по обеспечению защиты глаз от фотохимического повреждения является актуальной задачей гигиены освещения. Ее решение возможно после проведения дорогостоящих экспериментов, с привлечением дорогого офтальмологического оборудования и волонтеров. К сожалению, проведение подобных исследований связано с экономическими трудностями. Поэтому поиск адекватной альтернативы является важной задачей для гигиенистов. В качестве модельного животного выбран *Trichoplax sp. H2* (Placozoa), который быстро размножается в неволе; экономичен в содержании; прост по структурному строению; имеет большое многообразие геномов опсинов и меланопсинов. К настоящему моменту времени секвенированы 14 геномов опсинов, в том числе ген родопсина *Rh69* (длиноволновый), и 13 геномов меланопсина, а также обнаружены лизин, триптофан, серотонин. Для всех опсинов определены длины волн максимального поглощения, а также указаны области, которым они принадлежат на диаграмме цветности CIE, которая лежит в основе ГОСТов, определяющих цвета сигналов на железнодорожном и автомобильном транспорте. Основными цветами являются синий, зеленый и красный. При красном свете 630-650 нм сразу определяется свет и его цвет. Учитывая, что родопсин *Rh6* относится к длинноволновым, была проведена экспериментальная оценка реакции *Trichoplax sp. H2*, которая показала, что он отрицательно реагирует на красный свет 630-650 нм. Этот опыт может стать хорошим фундаментом для экспериментальных работ по гигиене света с целью понимания, как монохромный свет взаимодействует со светочувствительной структурой модельного животного, а также расширяет возможности по определению критической дозы фотонов, необходимой для фотохимического поражения*

структур клеток при прямом воздействии на них монохромного света, исключая эксперименты на волонтерах.

Ключевые слова: фотохимическое поражение, спектральный цвет, сетчатка глаза, трихоплакс, гигиена света, опсины, меланопсин, беспозвоночные животные, фототаксис, RGB-таксис.

Для цитирования: Капцов В.А., Дейнего В.Н, Козырицкий Д.В. Опсины *Trichoplax sp. H2 (Placozoa)* – для транспортной гигиены. Медицина труда и экология человека. 2021;4:68-91

Для корреспонденции: Капцов Валерий Александрович, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом гигиены труда, e-mail: kapsovva39@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10405>

OPSINS

Trichoplax sp.H2 (PLACOZOA) - FOR TRANSPORT HYGIENE

Kapsov V.A¹, Deinogo V.N.¹, Kozyritskiy D.V.²

1. Federal State Unitary Enterprise "All-Russian Research Institute of Transport Hygiene" Rospotrebnadzor, Moscow, Russia,
2. The Khustalev "Gymnasium № 8" Sevastopol, Russia.

The advent of LED and laser light sources in transport exacerbate the problem of traffic safety and the human light environment. The development of hygienic measures to ensure the protection of the eyes from photochemical damage is an urgent task of lighting hygiene. Its solution is possible after costly experiments, with the involvement of expensive ophthalmic equipment and volunteers. Unfortunately, conducting such research is associated with economic difficulties. Therefore, finding an adequate alternative is an important task for hygienists. Trichoplax sp.H2 (Placozoa) was chosen as a model animal, which: reproduces rapidly in captivity; economical in content; simple in structure; has a wide variety of genomes of opsins and melanopsins. At the time of 2008, only two opsmna genes were discovered in the genome of Trichoplax sp.H2 and no lysine was found. To date, 14 opsin genomes have been sequenced, including the rhodopsin gene Rh69 (long-wavelength) and 13 melanopsin genomes, as well as lysine, tryptophan, and serotonin. For all its opsins,

the wavelengths of maximum absorption are determined, and the regions to which they belong on the CIE chromaticity diagrams are indicated. The spectral chromaticity of light is determined by the chromaticity diagram, which is the basis of GOST standards, which determine the colors of signals on railway and road transport. The main colors are blue, green and red. 630-650nm red light, the light and its color are immediately detected. Considering that rhodopsin Rh6 belongs to long-wavelengths, an experimental evaluation of the reaction Trichoplax sp.H2 was carried out and it has been shown that it reacts negatively to red light 630-650nm. This experience can become a good foundation for experimental work on the hygiene of light in order to understand how monochrome light interacts with the photosensitive structure of a model animal, and also expands the possibilities for determining the critical dose of photons required for photochemical damage to cell structures when directly exposed to monochrome light, excluding experiments on volunteers.

Keywords: *photochemical damage, spectral color, retina, trichoplax, light hygiene, opsins, melanopsin, invertebratesphototaxis, RGB taxis.*

Citation: *Kaptsov V.A ,Deinogo V.N., Kozyritskiy D.V.Opsin trichoplax sp.h2 (placozoa) - for transport hygiene. Occupational health and human ecology. 2021;4: 68-91*

Correspondence: *Valery A. Kaptsov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, DSc. (Medicine), Professor, Head of the Department of Occupational Hygiene, e-mail: kaptcovva39@mail.ru.*

Financing: *The study had no financial support.*

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10405>

Гигиена света занимается проблемой формирования безопасной световой среды обитания человека [1]. Для формирования требований к спектру света окружающей среды человека очень важно знать, что происходит, когда фоторецепторы получают разные уровни световых сигналов (в виде потока фотонов), и как лучше всего применять свет, чтобы помочь контролировать циркадное и нейрофизиологическое регулирование, а также уменьшить риски, связанные со световыми суточными расстройствами, депрессией, ожирением, раком и фотооптическим повреждением глаз [2].

Во всем мире было предпринято много усилий, чтобы попытаться понять фундаментальные биологические принципы, которые регулируют развитие и гомеостаз многоклеточных организмов. Однако эти исследовательские усилия были затруднены генетической избыточностью и физиологическими сложностями, связанными с 650 миллионами лет эволюции многоклеточных организмов. Поэтому было очень важно найти модельное животное с генетическим набором светочувствительных опсинов, которое помогло бы понять, как формировалась цветовая сенсорная система у беспозвоночных и позвоночных животных. Было найдено морское животное *Trichoplax* (Placozoa), представляющее простейшую многоклеточную модель, которая позволяет идентифицировать оригинальные правила и механизмы, лежащие в основе создания и ремонта многоклеточной ткани, и дающее возможность использовать его для понимания заболеваний человека [3,4], в частности его зрительного анализатора.

Неуклонно растет интерес к плацецоанам (многообразию типов *Trichoplax* (Placozoa)), поскольку они являются простейшим типом из всех метазоанских животных, обладают наименьшим геномом, входят в число носителей крупнейших митохондриальных геномов, в которых содержатся представители всех основных семейств регуляторных генов людей, и хорошо поддаются экспериментальным манипуляциям. В работе [5] показано, что наилучшим модельным животным из многообразия типов этого животного является *Trichoplax* sp. H2. В то время как *Trichoplax adhaerens* редко встречается в полевых условиях, близкородственный *Trichoplax* sp. H2 (16S гаплотип H2) является наиболее широко распространенной линией. Кроме того, *Trichoplax* sp. H2 демонстрирует высокие показатели размножения даже в условиях неоптимальной среды. Следовательно, *Trichoplax* sp. H2 является наиболее подходящей плацецоанской модельной системой [5].

Исходя из световой среды обитания *Trichoplax* sp. H2 важно понимать, как соотносится множество генов светочувствительных опсинов с множеством спектральных цветов света, который проникает на глубину его обитания. Это позволит избежать методических ошибок в ходе проводимых исследований. Итак, при проведении гигиенических исследований следует учитывать:

- соотношение спектрального цвета с длинами волн монохромного света и особенности его энергетического воздействия на клеточную структуру модельного животного и его поведенческую реакцию в целом; соотношение

названия генов опсинов с множеством спектральных цветов, а также длин волн, на которых идет максимальное поглощение фотонов светочувствительными опсинами;

- каким набором генов светочувствительных опсинов обладает модельное животное *Trichoplax* sp. H2, а также их биологическое предназначение в сложных процессах;

- влияние определенной длины волны монохромного света на поведение животного *Trichoplax* sp. H2.

Сложный состав солнечного света был, как известно, установлен при разложении луча белого цвета в призме И. Ньютоном в 1672 г. При этом образуется спектр, в котором излучения разных длин волн преломляются под разными углами. Цвета, входящие в спектр, которые могут быть получены с помощью света одной длины волны (точнее с очень узким диапазоном длин волн), называются *спектральными цветами* [6,7].

В теории цвета приняты основные цвета красный (red) зеленый (green) и синий (blue), с помощью которых можно получить все цвета света. На рис. 1 приведена диаграмма смешивания основных цветов RGB.

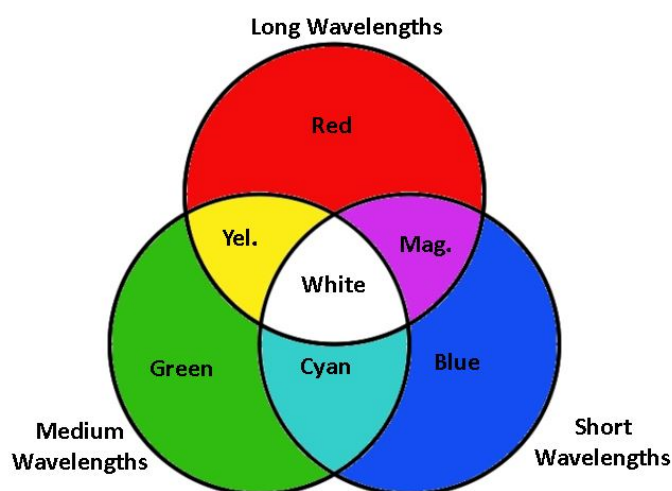


Рис. 1. Диаграмма оптического смешения цветов [8,9]

Общепринятый уровень интеграции спектральных цветов обозначается терминами длинноволновый (long wavelengths), средневолновый (medium wavelengths) и коротковолновый (short wavelengths) [8,9].

Таким образом, спектральные цвета – это реальные цвета, а не спектральные, воображаемые, цвета, которые находятся за пределами данной кривой и образуются посредством произвольного смешения спектральных и

ахроматических цветов. Голубой (сиан) цвет света получается смешением синего и зеленого.

В теории и практике изучения спектрального цвета широко применяется диаграмма цветности CIE [10], на которой можно определить координаты цветности (y, x) и диапазон длин волн [11]. CIE - Commission internationale de l'eclairage или Международная комиссия по освещению (МКО) - разрабатывает и публикует стандарты по всем вопросам, связанным с фотометрией, включая освещение, зрение и колориметрию.

В книге «Оптика океана» [12] на диаграмме цветности CIE уточнены координаты, область голубого – это сине-зеленая область (сиан = blue green), приведена на рис. 2.

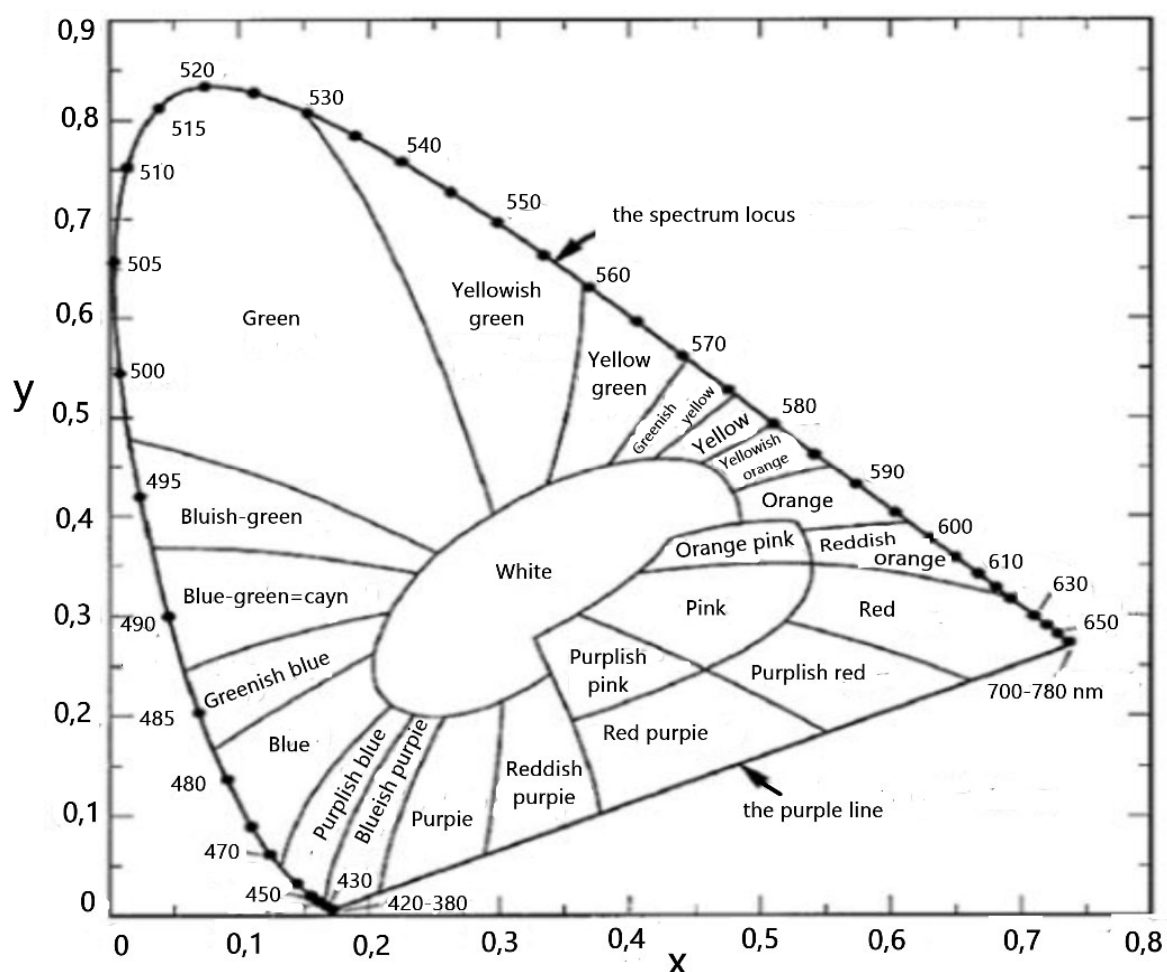


Рис. 2. Диаграмма цветности CIE [12]

Из диаграммы цветности CIE видно, что имеется множество поддиапазонов синего света и один узкий диапазон голубого (cyan) спектрального цвета.

Итак, для определения параметров спектрального цвета существует нормативная база Международной комиссии по освещению (МКО), на базе которых разрабатываются отечественные стандарты [13,14].

Это позволяет светотехникам, биологам и гигиенистам в рамках единого терминологического подхода проводить исследования влияния света на биологические процессы в живой ткани, а также однозначно трактовать их результаты.

Цель исследования – определить перечень генов опсинов оптической сенсорной системы модельного животного *Trichoplax* sp. H2. (Placozoa) и длину волны, на которой происходит максимальное поглощение фотонов; экспериментально установить поведенческую реакцию *Trichoplax* sp. H2. на длинноволновый свет (красный свет) и подтвердить наличие у него циркадных ритмов.

Материалы и методы. Выбор цветов монохромного света обусловлен тем, что цвета синий, зеленый и красный применяются в системе сигнализации на транспорте.

Геномный анализ животного *Trichoplax* sp. H2. проводился путем анализа и поиска генов опсинов в открытой базе данных последовательностей белков UniProt, действующей с 2003 года. Единая база данных UniProt была создана путем объединения нескольких баз и состоит из четырех крупных баз данных (База знаний, Архив, Справочные кластеры и метагеномные данные), которые охватывают различные аспекты анализа белковых последовательностей. Многие из последовательностей стали известны в результате реализации проектов секвенирования геномов последних лет. Кроме того, база данных UniProt содержит большое количество информации о биологических функциях белков, полученной из научной литературы, и регулярно пополняется результатами новых исследований.

Экспериментальные исследования проводились на лабораторных животных *Trichoplax* sp. H2. Культивирование животных в лабораторных условиях осуществлялось в закрытых чашках Петри, заполненных фильтрованной морской водой (соленость 35‰, pH 7,6-8,2) в холодильном шкафу (серийный номер A279251217. Фирма Polair.) В условиях длительного

культивирования у животных отсутствовали значительные морфологические изменения [9].

Двухвебкамерный микроскоп «Леонардо 3.0» (специально разработанный под исследования) позволял одновременно наблюдать поведение группы животных *Trichoplax* и каждого животного *Trichoplax* в этой группе при низком уровне освещенности и стабильной температуре водной среды его обитания. В микроскопе были применены две веб-камеры - верхняя в режиме микроскопа с матрицей 1,9 Мп и нижняя в режиме макросъемки с матрицей – 5 Мп. Микроскоп был оборудован манипулятором для подачи по оптоволокну световых стимулов. С двух камер изображение выводилось на экран ноутбука HP laptop Model14-dk0028ur, на котором записывались и хранились видеофайлы. Воспроизводимость поведенческой реакции *Trichoplax* была подтверждена современными методами оптической микроскопии: оптические микроскопы Nikon Eclipse Ts2R-FI, Nikon SMZ-1270, Stemi 305 [15].

Результаты и обсуждение. Сначала была проанализирована геномная база UniProt и определено на каких длинах (aa) светочувствительные опсины, имеющие разную длину волны и описанные в терминологии «Blue-sensitive opsin», имеют максимальное поглощение ($A_{bs}(max)$).

Известно, что светочувствительные опсины, связанные с G-белками и лизином, выполняют важную роль в процессе формирования сенсорной системы в мембране клеток. В работе [16] отмечалось, что рецепторы с высоким содержанием лейцина, связанные с G-белком у *Placozoa* более разнообразны, чем считалось ранее. Лейцин в организме человека, как и в организмах животных, не синтезируется, а синтезируется растениями и микроорганизмами (симбионтами) из пировиноградной кислоты (пируват) и в живых организмах встречается в виде L-оптического изомера. При этом одна молекула глюкозы превращается в две молекулы пировиноградной кислоты.

У животного *Trichoplax* sp. H2 имеются каналы мелатонина, который образуется из серотонина, который в свою очередь образуется из триптофана, который поставляется симбионтами:

-бактериями *Grellia incantans*, обнаруженными в волокнистых клетках, мирно сосуществующими с *Trichoplax* sp. H2 и паразитирующими в человеке;

-бактериями Рутманния, которая была обнаружена в клетках, которые служат трихоплаксу для переваривания водорослей: бактерия поедает жиры и

прочие водорослевые липиды, а в ответ делится с хозяином витаминами и аминокислотами [17] - лейцином, лизином и триптофаном.

При синтезе аминокислот, присутствующих в эндосимбионте *Trichoplax* sp.H2, самым примечательным является его сохраняющаяся способность к синтезу незаменимых аминокислот лизина и треонина [18].

Обычно серотонин синтезируется через активацию двух разных триптофангидроксилаз – TrH1 и TrH2, которые найдены соответственно в эндокринных клетках и нейронах у человека и других млекопитающих и кодируют разные изоформы триптофангидроксилазы [19].

У животного *Trichoplax* sp. H2 также обнаружен серотонин [20], а механизм его образования изучается с учетом наличия у него phenylalanine hydroxylase (фенилаланин гидроксилаза), а также рассмотрены вопросы поведенческой реакции животного на концентрацию серотонина [20].

Для человека, как и для всех *Metazoa*, фенилаланин является незаменимой аминокислотой и должен поступать в организм в достаточном количестве с белками пищи. Триптофан может служить субстратом (хотя и плохим) для фенилаланингидроксилазы. Продукт этой реакции, 5-окситриптофан, является промежуточным соединением на пути превращения триптофана в серотонин [21]. Пример синтеза серотонина с участием phenylalanine hydroxylase приведен в работе [22]. В этой работе говорится, что гидроксилаза фенилаланина у *S.mediterranea* была идентифицирована путем поиска сходства последовательностей с использованием BLASTp в базе данных PlanMine [22]. Биосинтез серотонина в этих клетках осуществляется неканоническим ферментом - фенилаланиновой гидроксилазой [22].

В работе [23] показана новая роль серотонина, который играет различные физиологические роли, такие как моторика желудочно-кишечного тракта, циркадные ритмы, сексуальное поведение, развитие и эмбриогенез. Таким образом, эти результаты демонстрируют до сих пор не сообщавшуюся роль серотонина в поддержании или дифференцировке стволовых клеток, имеющих решающее значение для регенерации глаза, подчеркивают роль метаболитов в регулировании судьбы клеток и подтверждают замечательное свойство регенерации у *Trichoplax* sp. H2.

Известно, что серотонин участвует в циркадных ритмах животных, которые зависят от уровня освещенности и спектра света. При этом

светочувствительным опсином является меланопсин, гены которого обнаружили у *Trichoplax sp. H2*.

Таблица 1

**Перечень генов меланопсина, секвенированных
у *Trichoplax sp. H2*, по данным UniProt**

<input type="checkbox"/>	Entry	Entry name		Protein names	Gene names	Organism	Length
<input type="checkbox"/>	A0A369RSC9	A0A369RSC9_9METZ		Melanopsin-B	TrispH2_010244	<i>Trichoplax sp. H2</i>	364
<input type="checkbox"/>	A0A369S3I1	A0A369S3I1_9METZ		Melanopsin	TrispH2_007337	<i>Trichoplax sp. H2</i>	344
<input type="checkbox"/>	A0A369RY53	A0A369RY53_9METZ		Melanopsin	TrispH2_010696	<i>Trichoplax sp. H2</i>	340
<input type="checkbox"/>	A0A369S0R4	A0A369S0R4_9METZ		Melanopsin	TrispH2_007315	<i>Trichoplax sp. H2</i>	376
<input type="checkbox"/>	A0A369S7C5	A0A369S7C5_9METZ		Melanopsin-B	TrispH2_006602	<i>Trichoplax sp. H2</i>	359
<input type="checkbox"/>	A0A369S762	A0A369S762_9METZ		Melanopsin	TrispH2_006583	<i>Trichoplax sp. H2</i>	342
<input type="checkbox"/>	A0A369S7G3	A0A369S7G3_9METZ		Melanopsin-like	TrispH2_005499	<i>Trichoplax sp. H2</i>	367
<input type="checkbox"/>	A0A369S8F5	A0A369S8F5_9METZ		Melanopsin-B	TrispH2_006620	<i>Trichoplax sp. H2</i>	371
<input type="checkbox"/>	A0A369RV42	A0A369RV42_9METZ		Melanopsin-B	TrispH2_008654	<i>Trichoplax sp. H2</i>	266
<input type="checkbox"/>	A0A369SFL1	A0A369SFL1_9METZ		Melanopsin-B	TrispH2_002313	<i>Trichoplax sp. H2</i>	318
<input type="checkbox"/>	A0A369RNS3	A0A369RNS3_9METZ		Melanopsin	TrispH2_011900	<i>Trichoplax sp. H2</i>	225
<input type="checkbox"/>	A0A369RNI9	A0A369RNI9_9METZ		Melanopsin-A	TrispH2_012176	<i>Trichoplax sp. H2</i>	270
<input type="checkbox"/>	A0A369RSL9	A0A369RSL9_9METZ		Melanopsin-B	TrispH2_010203	<i>Trichoplax sp. H2</i>	315

Как видно из таблицы, у *Trichoplax sp. H2* уже найдены 13 видов генов меланопсина, свидетельствующих о существовании у него циркадных ритмов, но роль каждого из них нуждается в дальнейшем исследовании и будет освещена отдельно. Меланопсин - это тип фотопигмента, относящийся к более крупным семействам светочувствительных белков сетчатки, называемых опсинами и кодируемых геном *Opn4*. Роль и значение меланопсина трудно переоценить, так как он участвует в следующих биологических процессах:

- связи белок-хромофор;
- регуляции циркадного ритма ;
- передаче сигнала;
- зрительном восприятии;
- опосредованном родопсином сигнальном пути;
- ритмическом процессе;
- фототрансдукции;
- ответе на стимул;
- пути передачи сигнала рецептора, связанного с G-белком;
- захвате циркадного ритма часа по фотопериоду;
- положительной регуляции циркадного цикла сна / бодрствования,
- обнаружении видимого света;
- клеточном ответе на световой раздражитель.

Роль меланопсина в циркадных ритмах человека и системе управления его зрачком изложена в авторской работе [1].

В таблице 2 приведен перечень генов опсинов, секвенированных у *Trichoplax sp. H2*.

Таблица 2

**Перечень генов опсинов, секвенированных
у *Trichoplax sp. H2*, по данным UniProt**

<input type="checkbox"/>	A0A369RPP5	A0A369RPP5_9METZ		Green-sensitive opsin	TrispH2_011966	Trichoplax sp. H2	287
<input type="checkbox"/>	A0A369RPG6	A0A369RPG6_9METZ		Green-sensitive opsin-2	TrispH2_011967	Trichoplax sp. H2	356
<input type="checkbox"/>	A0A369SIQ1	A0A369SIQ1_9METZ		Blue-sensitive opsin	TrispH2_001219	Trichoplax sp. H2	367
<input type="checkbox"/>	A0A369RVT9	A0A369RVT9_9METZ		Ocellar opsin	TrispH2_010628	Trichoplax sp. H2	329
<input type="checkbox"/>	A0A369RWR5	A0A369RWR5_9METZ		Violet-sensitive opsin	TrispH2_009610	Trichoplax sp. H2	355
<input type="checkbox"/>	A0A369S8X0	A0A369S8X0_9METZ		Opsin-5	TrispH2_005498	Trichoplax sp. H2	362
<input type="checkbox"/>	A0A369RYJ5	A0A369RYJ5_9METZ		Opsin, ultraviolet-sensitive	TrispH2_008976	Trichoplax sp. H2	354
<input type="checkbox"/>	A0A369S878	A0A369S878_9METZ		Blue-sensitive opsin	TrispH2_006618	Trichoplax sp. H2	405
<input type="checkbox"/>	A0A369SDJ4	A0A369SDJ4_9METZ		Vertebrate ancient opsin	TrispH2_003705	Trichoplax sp. H2	352
<input type="checkbox"/>	A0A369RNN1	A0A369RNN1_9METZ		Opsin Rh6	TrispH2_012172	Trichoplax sp. H2	272
<input type="checkbox"/>	A0A369RY68	A0A369RY68_9METZ		Blue-sensitive opsin	TrispH2_008974	Trichoplax sp. H2	265
<input type="checkbox"/>	A0A369S7J9	A0A369S7J9_9METZ		Green-sensitive opsin-2	TrispH2_006603	Trichoplax sp. H2	391
<input type="checkbox"/>	A0A369RW13	A0A369RW13_9METZ		Blue-sensitive opsin	TrispH2_010697	Trichoplax sp. H2	346
<input type="checkbox"/>	A0A369S4I4	A0A369S4I4_9METZ		Opsin-5	TrispH2_007473	Trichoplax sp. H2	336

Многообразие «Blue-sensitive opsin» с разной длиной (aa) хорошо согласуется с многообразием длин волн областей «Blue», которые в значительной степени порождаются разнообразием индуцированных ими биохимических реакций, что хорошо согласуется с принципом «необходимого разнообразия» в биологических системах в условиях воздействия световых стимулов с разным спектральным цветом [1].

При выборе длин волн световых стимулов для *Trichoplax* sp. H2 нормирование спектрального цвета света по диапазонам длин волн имеет принципиальное методическое значение. База данных UniProt предоставляет уникальную возможность определить участие каждого опсина в биологических процессах. Так, по данным UniProt, родопсин Rh6 принимает участие в следующих биологических процессах:

- клеточной реакции на световой раздражитель;
- зависимости циркадных часов от фотопериодов (соотношение между темным и светлым временем суток);
- пути передачи сигналов рецептора, сопряженного с G-белком;
- отрицательной регуляции транскрипции РНК-полимеразой;
- фототрансдукции;
- связи белок-хромофор;
- чувственном восприятии звука;
- термотаксисе;
- зрительном восприятии.

Светочувствительные опсины имеют колоколообразную кривую поглощения с четко выраженным максимальным поглощением на определенной длине волны. Эти значения некоторых опсинов приведены в базе UniProt (табл. 3).

Таблица 3

**Светочувствительные опсины из базы UniProt и
длины волн максимального поглощения света**

Название опсинов	Длина волны, на которой регистрируется максимальное поглощение света $A_{bs}(\max)$	Примечание
Green-sensitive opsin	508 нм	опсин, чувствительный к зеленому
Blue-sensitive opsin (377aa, 361aa, 354aa, 351aa, 348aa)	439 нм, 455 нм, 416 нм, 441 нм, 420 нм	опсин, чувствительный к синему
Violet-sensitive opsin	415 нм	опсин, чувствительный к фиолетовому
Opsin, ultraviolet-sensitive	353 нм	опсин, чувствительный к ультрафиолету

Как видно из таблицы 3, «Blue-sensitive opsin» имеет значения $A_{bs}(\max)$ не соответствующие узкой области голубого света, которая приведена на диаграмме цветности CIE (рис. 2).

Также в базе данных UniProt не обнаружены геномы «Cyan-sensitive opsin [Trichoplax sp. H2]». Каждое английское название светочувствительных опсинов имеет адекватный перевод на русский язык, так как для каждого опсина однозначно определено значение $A_{bs}(\max)$, которое принадлежит только одной области на диаграмме цветности CIE. Это и есть физическое ограничение, не допускающее двойного толкования названия спектрального цвета. Поэтому в научной работе при определении спектрального цвета необходимо руководствоваться рекомендациями МКО по диаграмме цветности CIE, что позволит исключить некорректные трактовки термина «Blue-sensitive opsin» и методические ошибки при проведении исследований. Так, в работе [24] светочувствительные опсины «Blue-sensitive opsin» - RDD39212.1 (длина -

265aa), RDD42761.1 (длина - 405aa), RDD46411.1 (длина - 367aa) и RDD38730.1 (длина - 346aa) аннотированы как опсины, чувствительные к голубому свету, а не к синему. В своих работах многие биофизики стараются указать значения длин волн с высокой точностью, не обозначая (определяя) их спектрального цвета. Например, в работе [25] по исследованию гребневиков *Mnemiopsis* sp. указаны значения биолюминесценции - 495 ± 1 нм, 496 ± 1 нм или 485 нм без привязки к спектральному цвету. В соответствии с диаграммой цветности CIE указанные значения биолюминесценции не находятся в области голубого света, как это указано в работе [24]. Для исключения путаницы в спектральных цветах и методических ошибок существуют нормативные документы, в основе которых лежит диаграмма цветности CIE. Основные спектральные цвета этой диаграммы имеют основополагающее значение для живой природы.

Синий свет является центром пересечения интересов биологов, офтальмологов, светотехников и гигиенистов, так как он индуцирует биохимические процессы в клетках, фотосинтез, управление циркадными ритмами (через меланопсин), фотохимическими процессами в сетчатке глаза. Длина волны синего света 455 ± 5 нм положена в основу производства светодиодов, излучающих белый свет (синий + желтый = белый). На рис. 3 приведен спектр света светодиода, излучающего белый свет по схеме Ньютона.

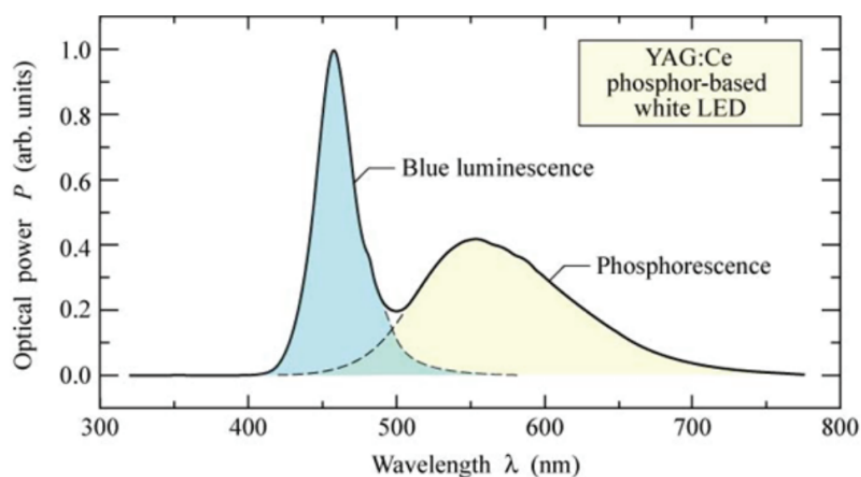


Рис. 3. Паттерн спектра белого светодиода [26]

Гигиенические аспекты негативного влияния выброса синего света в паттерне спектра света от искусственных источников на зрительный анализатор человека рассмотрены в работе [1]. Максимальный выход люминесценции по закону С.И. Вавилова вызывает фотохимическое поражение клеток сетчатки при превышении пороговых значений дозы облучения.

В растениях для поглощения солнечной энергии используется два пигмента: хлорофилл *a* и хлорофилл *b*, каждый из них активен в определенных участках видимого спектра - в синей области (менее 475 нм) и в красной области (более 620 нм) (рис. 4).

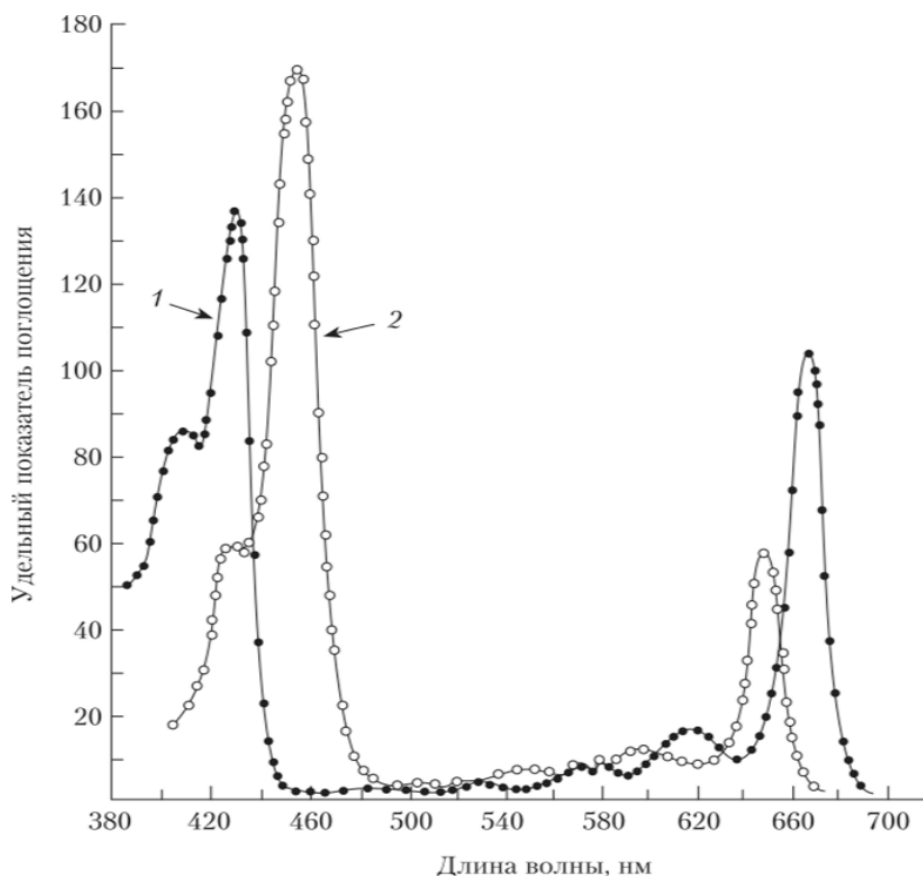


Рис. 4. Спектры поглощения хлорофиллов *a* (1) и *b* (2) [27]

Из биологии известно, что красный свет 670 нм влияет на процессы формообразования и повышает энергию митохондрий [1].

Для гигиены света очень важно знать, как влияет красный свет 630-670 нм на биологические процессы, протекающие в клетке и реакцию животного в целом. Распознавание оттенков красного очень важно для стратегии его выживания. Например, красный свет 630–650 нм прощит в зрительных структурах как цвет опасности; при этом срабатывает схема: вижу свет и без задержки определяю его цвет [1]. При этом гигиенистам, работающим на транспорте, важно понимать, какие биохимические и биофизические процессы происходят в клетках и в организме в целом. Подходит ли модельное животное

Trichoplax sp. H2 для решения задач в области транспортной гигиены? К таким задачам относятся:

- механизм ослепления при прямом воздействии источника света с последующей поведенческой дезорганизацией и принятие осмысленного решения к действию;

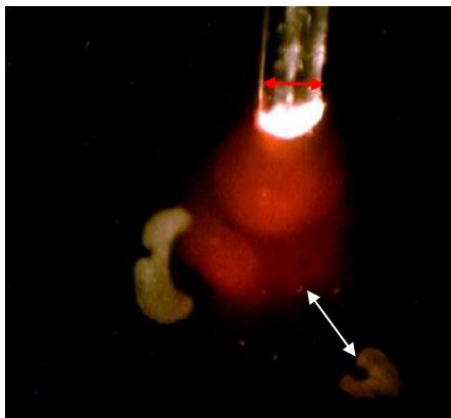
- механизм обнаружения цвета света и поведенческая реакция на него.

С гигиенической точки зрения, важно исключить прямое воздействие источника излучения на сенсорную систему, а с точки зрения фотобезопасности – необходимо понимать поведенческую реакцию животного при прямом световом воздействии. В работе [10] модельные животные *Trichoplax* sp. H2 подвергались дозированному световому воздействию от зеленого лазера (532 нм) и от фонаря фиолетового света (395 нм). Фотоматериалы по воздействию красного света на поведение животного *Trichoplax* sp. H2 ранее не публиковались.

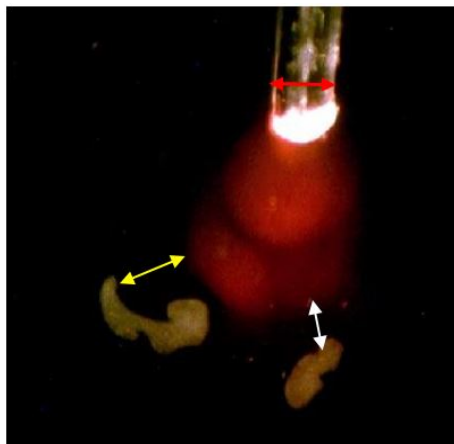
При работе с модельным животным *Trichoplax* sp. H2 [28] исследователи руководствовались принципом не воздействовать на клетки животного прямым световым лучом от лазера.

Поэтому световой стимул красного света подавался через оптоволокно в водную среду. При этом излучение попадало на край тела одного движущегося модельного животного *Trichoplax* sp. H2 (№2) и не попадало на тело животного (№1).

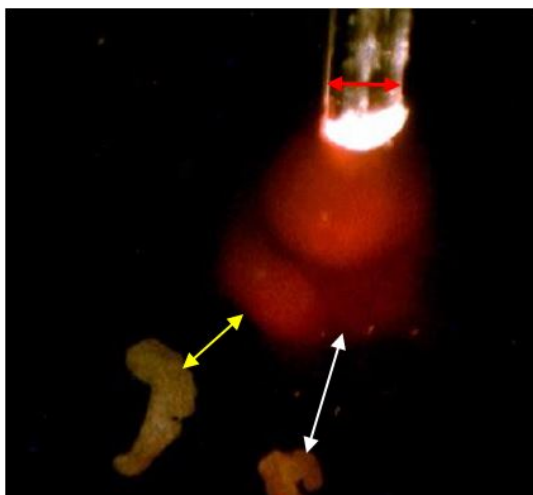
На рис. 5 приведены фрагменты движения *Trichoplax* sp. H2 под воздействием красного света 630-650 нм. Красная стрелка - диаметр оптоволоконна, желтая и белая стрелки показывают, как удалялись животные №1 и №2 от границы красного света 630-650 нм.



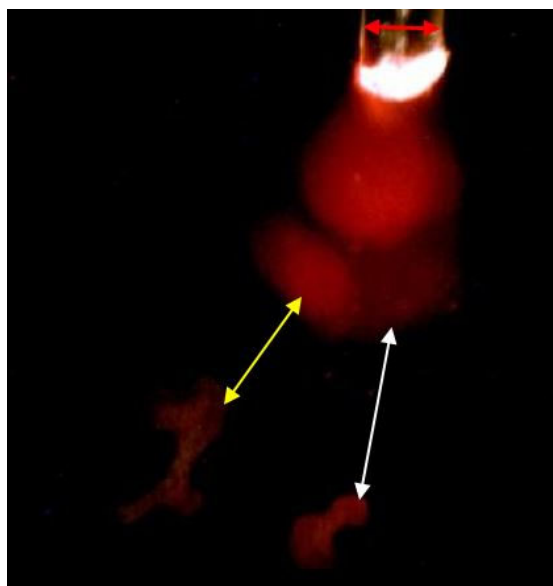
Животные двигались. Подали красный свет. Старт – начальное взаимное расположения границы красного света и тел животных *Trichoplax* sp. H2



Движение животных началось, при этом меняется расстояние от границы до края тела *Trichoplax* sp. H2



Trichoplax sp. H2 уходят от границы красного света



Животные продолжают уходить от границы красного света

Рис. 5. Фрагменты движения *Trichoplax* sp. H2 от источника красного света 630-650 нм, который подавался через одиночное оптоволокно, взятое из пучка волокон

Лазер красного света 630-650 нм мощностью 5 мвт светил в торец пучка (Д пучка =10 мм, площадь торца = 78,5мм²). Время воздействия стимула - 20 минут. Ускоренная реакция двух животных *Trichoplax* sp. H2 на красный свет зафиксирована в фильме <https://www.youtube.com/watch?v=ADkFtKL0C8U>.

В эксперименте каждый из испытуемых животных *Trichoplax* sp. H2 передвигался по оригинальной траектории движения от красного источника света.

Испытуемый №1 (мелкий) по инерции сначала приблизился, а затем быстро отдалялся от края источника красного света по краю створа его распространения.

Испытуемый №2 (крупный-зрелый) быстро отодвинул часть тела, на которую попал красный свет, а затем выбрал более короткий путь от красного света и ушел в сторону от границы створа распространения красного света.

На рис. 6 приведены обобщенные траектории непрерывного движения двух животных (№1 и 2) *Trichoplax* sp. H2 от красного света 630-650 нм.

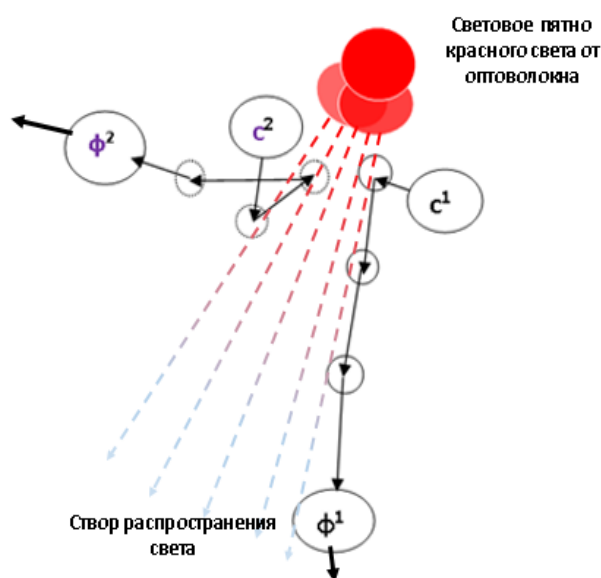


Рис. 6. Траектории движения двух животных (№1 и №2) *Trichoplax* sp. H2 от красного света 630-650 нм

С - начало движения животного *Trichoplax* sp. H2 №1 или №2

Ф - движение продолжается, но уже в области, не освещенной красным светом

Представленные данные показали, что животное *Trichoplax* sp. H2 имеет отрицательный фототаксис к красному свету 630-650 нм.

При наличии генов опсинов Rh6, меланопсина (чувствительного к свету в широком диапазоне длин волн), триптофана, серотонина, каналов мелатонина можно уверенно предположить, что у животного *Trichoplax* sp. H2 есть циркадные ритмы. Исследования RGB-фототаксиса *Trichoplax* (Placozoa) и кинезис его клеток могут явиться теоретической основой для понимания как

простые беспозвоночные животные интегрируют информацию из сложной световой среды, при отсутствии в них традиционной архитектуры обработки информации, такой как нервная система. Результаты исследования об открытии RGB-фототаксиса *Trichoplax* (Placozoa) были представлены на XVI Международной научной конференции «Актуальные вопросы биологической физики и химии», БФФХ-2021, г.Севастополь, 13-17 сентября 2021 г. [29].

Выводы:

1. Для того чтобы избежать методических ошибок при организации исследований по определению поведенческой реакции животного *Trichoplax* sp. H2, важно правильно определить, к какому спектральному цвету принадлежат обнаруженные гены светочувствительных опсинов, и длину волны, при которой происходит максимальное поглощение ими фотонов.
2. Установлено, что модельное животное *Trichoplax* sp. H2 способно выбирать поведенческие реакции к монохромному свету, которые позволяют использовать их для решения задач транспортной гигиены.
3. Доказано, что *Trichoplax* sp. H2 имеет выраженный отрицательный фототаксис к красному монохромному свету.
4. Необходимо продолжить исследования биохимических механизмов селективного поведения животного *Trichoplax* sp. H2 при воздействии RGB-световых стимулов в интересах транспортной гигиены.

Список литературы:

1. Капцов В.А., Дейнего В.Н. Эволюция искусственного освещения: взгляд гигиениста. В. А. Капцов, В. Н. Дейнего; под ред. М. Ф. Вильк, В. А. Капцова. М.: РАН, 2021.
2. Human Physiological Responses to Light Meeting Report. July 19th, 2016 Washington, D.C. U.S. Department of Energy Solid-State Lighting Program. SSLS, Inc. Navigant. September 2016.
3. Bernd Schierwate. Hans-Jürgen Osigus, Tjard Bergmann, Neil W. Blackstone, Heike Hadrys, Jens Hauslage, Patrick O. Humbert, Kai Kamm, Marc Kvensakul, Kathrin Wysocki, Rob DeSalle The enigmatic Placozoa part 1: Exploring evolutionary controversies and poor ecological knowledge BioEssays. 2021;2100080 DOI: 10.1002/bies.20210008

4. Bernd Schierwate, Hans-Jürgen Osigus, Tjard Bergmann, Neil W. Blackstone, Heike Hadrys, Jens Hauslage, Patrick O. Humbert, Kai Kamm, Marc Kvensakul, Kathrin Wysocki, Rob DeSalle The enigmatic Placozoa part 2: Exploring evolutionary controversies and promising questions on earth and in space *BioEssays*. 2021;2100083. DOI: 10.1002/bies.202100083
5. Kai Kamm, Hans-Jürgen Osigus, Peter F. Stadler, Rob DeSalle, and Bernd Schierwate Trichoplax genomes reveal profound admixture and suggest stable wild populations without bisexual reproduction *Scientific REPOrTS*. (2018) 8:11168. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29400-y>
6. Thomas J. Bruno, Paris D. N. Svoronos. *CRC Handbook of Fundamental Spectroscopic Correlation Charts*. CRC Press, 2005.
7. Hunt R. W. C. *The Reproduction of Colour*. 6th edition. John Wiley & Sons, 2004; 4—5: 724. ISBN 978-0-470-02425-6.
8. AVT Color measurement fundamentals series: Pat1 avt-ine.com
9. Levent Sahin ,Mariana G Figueiro Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon *Physiol Behav*. 2013; 27:116-117 doi:10.1016/j.physbeh.2013.03.014.
10. Прытков С. В. Основы светотехники и колориметрии: учеб. пособие [Электронный ресурс]. Саранск.: Издательство Мордовского университета; 2019. ISBN 978-5-7103-3848-3
11. ГОСТ Р 55703—2013. ИСТОЧНИКИ СВЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. Методы измерений спектральных и цветовых характеристик. Дата введения — 2014—07—01
12. Chromaticity - Ocean Optics Web Book <https://www.oceanopticsbook.info/view/photometry-and-visibility/chromaticity>
13. ГОСТ Р 56057-2014. Системы светооптические светодиодные для железнодорожной светофорной сигнализации. Общие технические требования и методы испытаний
14. ГОСТ 33385-2015. Дороги автомобильные общего пользования. ДОРОЖНЫЕ СВЕТОФОРЫ. Технические требования.
15. Капцов В.А., Дейнего В.Н., Козырицкий Д.В. Rgb-таксис trichoplax (placozoa) как новый метод гигиенических исследований. *Медицина труда и экология человека*. 2021;1:6-22

16. Koch, Thomas Lund. Molecular evolution of peptide signaling in Placozoa and Cnidaria. Department of Biology, Faculty of Science, University of Copenhagen, 2020. 392 s.
17. Harald R. Gruber-Vodicka, Nikolaus Leisch, Manuel Kleiner, Tjorven Hinzke, Manuel Liebeke, Margaret McFall-Ngai, Michael G. Hadfield and Nicole Dubilier Two intracellular and cell type-specific bacterial symbionts in the placozoan *Trichoplax* H2. *Nature Microbiology*. 2019;4:1465–1474 www.nature.com/naturemicrobiolog
18. Genome analyses of a placozoan rickettsial endosymbiont show a combination of mutualistic and parasitic traits Kai Kamm, Hans-Jürgen Osigus¹, Peter F. Stadler, Rob DeSalle & Bernd Schierwater *Scientific Reports*. 2019; 9:17561 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54037-w>
19. Leonid L. Moroz¹, and Andrea B. Kohn Unbiased View of Synaptic and Neuronal Gene Complement in Ctenophores: Are There Pan-neuronal and Pan-synaptic Genes across Metazoa? *Integr. Comp. Biol.* 2015 Dec;55(6):1028-49. doi: 10.1093/icb/icv104. Epub 2015 Oct 9.
20. Никитин М. Нейротрансммиттеры и их функции у трихоплакса - животного без нервной системы. <https://www.youtube.com/watch?v=OwnA4oFro0w>.
21. Справочник химика. Химия и химическая технология. Фенилаланин гидроксилаза <https://www.chem21.info/info/283537/>
22. Rozanski A, Moon H, Brandl H, Martin-Duran JM, Grohme MA, Huttner K, Bartscherer K, Henry I and Rink JC (2019) PlanMine 3.0-improvements to a mineable resource of flatworm biology and biodiversity. *Nucleic Acids Res* 47, D812–D820
23. Arunabha Sarkar, Namita Mukundan, Sai Sowndarya, Vinay Kumar Dubey, Rosana Babu, Vairavan Lakshmanan, Kannan Rangiah, Mitradas M. Panicker, Dasaradhi Palakodeti, Sabarinath Peruvemba Subramanian and Ramaswamy Subramanian. Serotonin is essential for eye regeneration in planaria *Schmidtea mediterranea*. *FEBS Letters*. 2019; 593(22): 3198–3209.
24. Хавронюк И.С., Мамонов А.А., Булков В.А. Воронин Д.П., Кузнецов А.В. Присвоение функций опсинам трихоплаксов *Trichoplax adhaerens* *Trichoplax* sp. H2. *Актуальные вопросы биологической физики и химии*. 2021; 6(4): 686-694.

25. Christine E Schnitzler, Kevin Pang. Genomic organization, evolution, and expression of photoprotein and opsin genes in *Mnemiopsis leidyi*: a new view of ctenophore photocytes Schnitzler et al. BMC Biology. 2012;10: 107
26. Jan LÁTAL, Petr KOUDELKA, Vladimír VAŠINEK, František DOSTÁL, Karel SOKANSKÝ Possible use of power LEDs for lighting and communication PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 87 NR 4/2011
27. Фотосинтетические пигменты. Свойства пигментов. https://studme.org/328680/geografiya/fotosinteticheskie_pigmenty
28. Капцов В.А., Дейнего В.Н., Козырицкий Д.В. Селективная поведенческая реакция на RGB-световые стимулы. Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2021; 6(4): 400-408
29. Козырицкий Д.В. в соавторстве. Селективная поведенческая реакция *Trichoplax* (Placozoa) на RGB-световые стимулы. Материалы XVI Международной научной конференции «Актуальные вопросы биологической физики и химии». Севастополь, 2021.

References:

1. Kaptsov V. A, Deinogo V. N. Evolution of artificial lighting: the view of a hygienist. V. A. Kaptsov, V. N. Deinogo; ed. M.F.Vilk, V.A.Kaptsova. M.: RAS, 2021.
2. Human Physiological Responses to Light Meeting Report. July 19th, 2016 Washington, D.C. U.S. Department of Energy Solid-State Lighting Program.SSLs, Inc. Navigant. September 2016.
3. Bernd Schierwate. Hans-Jürgen Osigus, Tjard Bergmann, Neil W. Blackstone, Heike Hadrys, Jens Hauslage, Patrick O. Humbert, Kai Kamm, Marc Kvensakul, Kathrin Wysocki, Rob DeSalle The enigmatic Placozoa part 1: Exploring evolutionary controversies and poor ecological knowledge BioEssays. 2021; 2100080 DOI: 10.1002/bies.20210008
4. Bernd Schierwate. Hans-Jürgen Osigus, Tjard Bergmann, Neil W. Blackstone, Heike Hadrys, Jens Hauslage, Patrick O. Humbert, Kai Kamm, Marc Kvensakul, Kathrin Wysocki, Rob DeSalle The enigmatic Placozoa part 2: Exploring evolutionary controversies and promising questions on earth and in space BioEssays. 2021;2100083. DOI: 10.1002/bies.202100083
5. Kai Kamm, Hans-Jürgen Osigus, Peter F. Stadler, Rob DeSalle, and Bernd Schierwate *Trichoplax* genomes reveal profound admixture and suggest stable

- wild populations without bisexual reproduction *Scientific REPOrTS*. (2018) 8:11168 | DOI:10.1038/s41598-018-29400-
6. Thomas J. Bruno, Paris D. N. Svoronos. *CRC Handbook of Fundamental Spectroscopic Correlation Charts*. CRC Press, 2005.
 7. Hunt R. W. C. *The Reproduction of Colour*. 6th edition. John Wiley & Sons, 2004; 4—5: 724. ISBN 978-0-470-02425-6.
 8. AVT Color measurement fundamentals series: Pat1 avt-ine.com
 9. Levent Sahin ,Mariana G Figueiro Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon *Physiol Behav*. 2013; 27:116-117 doi:10.1016/j.physbeh.2013.03.014.
 11. GOST R 55703—2013 ELECTRIC LIGHT SOURCES Methods for measuring spectral and color characteristics. Date of introduction - 2014—07—01
 12. Chromaticity - Ocean Optics Web Book <https://www.oceanopticsbook.info/view/photometry-and-visibility/chromaticity>
 13. GOST R 56057-2014 Light-optical LED systems for railway traffic signaling. General technical requirements and test methods
 14. GOST 33385-2015 Automobile roads for general use ROAD LIGHTS Technical requirements
 15. Kaptsov V.A., Deinogo V.N., Kozyritsky D.V. Rgb taxis trichoplax (placozoa) as a new method of hygienic research. *Occupational health and human ecology*. 2021; 1: 6-22
 16. Koch, Thomas Lund. / Molecular evolution of peptide signaling in Placozoa and Cnidaria. Department of Biology, Faculty of Science, University of Copenhagen, 2020. 392 p.
 17. Harald R. Gruber-Vodicka, Nikolaus Leisch, Manuel Kleiner, Tjorven Hinzke, Manuel Liebeke, Margaret McFall-Ngai, Michael G. Hadfield and Nicole Dubilier Two intracellular and cell type-specific bacterial symbionts in the placozoan *Trichoplax* H2. *Nature Microbiology*. 2019;4:1465–1474 www.nature.com/naturemicrobiolog
 18. Genome analyses of a placozoan rickettsial endosymbiont show a combination of mutualistic and parasitic traits Kai Kamm, Hans-Jürgen Osigus¹, Peter F. Stadler , Rob DeSalle & Bernd Schierwater *Scientific Reports*. 2019; 9:17561 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54037-w>
 19. Leonid L. Moroz¹, and Andrea B. Kohn Unbiased View of Synaptic and Neuronal Gene Complement in Ctenophores: Are There Pan-neuronal and Pan-synaptic

- Genes across Metazoa? *Integr. Comp. Biol.* 2015 Dec;55(6):1028-49. doi: 10.1093/icb/icv104. Epub 2015 Oct 9.
20. Nikitin M. Neurotransmitters and their functions in *Trichoplax* - an animal without nervous systems. <https://www.youtube.com/watch?v=OwnA4oFro0w>.
21. Chemist's Handbook. Chemistry and chemical technology. Phenylalanine hydroxylase <https://www.youtube.com/watch?v=OwnA4oFro0w>
22. Rozanski A, Moon H, Brand H, Martín-Duran JM, Grohme MA, Huttner K, Bartscherer K, Henry I and Rink JC (2019) Plan Mine 3.0-improvements to a mineable resource of flatworm biology and biodiversity. *Nucleic Acids Res* 47, D812–D820
23. Arunabha Sarkar, Namita Mukundan, Sai Sowndarya, Vinay Kumar Dubey, Rosana Babu, Vairavan Lakshmanan, Kannan Rangiah, Mitradas M. Panicker, Dasaradhi Palakodeti, Sabarinath Peruvemba Subramanian and Ramaswamy Subramanian. Serotonin is essential for eye regeneration in planaria *Schmidtea mediterranea*. *FEBS Letters*. 2019; 593(22): 3198–3209.
24. Khavronyuk I.S., Mamonov A.A., Bulkov V.A. Voronin D.P, Kuznetsov A.V. Prisvoyeniye funktsiyopsinamtrikhoplaksov *Trichoplax adhaerens* *Trichoplax* sp. N2. Aktual'nyye voprosy biologicheskoy fiziki i khimii. 2021 6(4):686-694
25. Christine E Schnitzler, Kevin Pang. Genomic organization, evolution, and expression of photoprotein and opsin genes in *Mnemiopsis leidyi*: a new view of ctenophore photocytes Schnitzler et al. *BMC Biology*. 2012;10: 107.
26. Jan LÁTAL, Petr KOUDELKA, Vladimír VAŠINEK, František DOSTÁL, Karel SOKANSKÝ Possible use of power LEDs for lighting and communication PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 87 NR 4/2011
27. Fotosinteticheskiye pigmenty. Svoystva pigmentov. https://studme.org/328680/geografiya/fotosinteticheskie_pigmenty
28. Kaptsov V.A., Deynego V.N., Kozyritskiy D.V. Selektivnaya poveden'cheskaya reaktsiya na RGB-svetovyye stimuly. Aktual'nyye voprosy biologicheskoy fiziki i khimii. 2021: 6(4): 400-408.
29. Kozyritskiy D.V. v soavtorstve Doklad «Selektivnaya poveden'cheskaya reaktsiya *Trichoplax* (Placozoa) na RGB-svetovyye stimuly» na XVI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Aktual'nyye voprosy biologicheskoy fiziki i khimii» BFFKH - 2021g. Sevastopol', 13-17 sentyabrya 2021g.

Поступила/Received: 04.10.2021

Принята в печать/Accepted: 20.10.2021

УДК 614.8

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПЕПТИДОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ
РЕПРОДУКТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У ШАХТЕРОВ, ЗАНЯТЫХ ДОБЫЧЕЙ РУД
ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ**

Терегулов Б.Ф.¹, Терегулова З.С.¹, Гайнуллина М.К.², Терегулова З.Ф.³

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, Уфа, Россия

²ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа,

Россия

³АНО ДПО «Институт профессионального образования РФ», Уфа, Россия

Объектом исследования явились мужчины – шахтеры подземной добычи руд цветных металлов.

Цель исследования – оценка эффективности применения биорегуляторных пептидов направленного действия – нового поколения информационных препаратов *Matrix prosta*, *Matrix testes* в коррекции репродуктивных нарушений.

Методы исследования. До, в процессе и после курса лечения для оценки эффективности проводимой терапии осуществлялись ТРУЗИ простаты, биорезонансная диагностика на аппарате «Метатрон-4025», а также анкетирование шахтеров.

Результаты. Применение низкомолекулярных биорегуляторных пептидов в течение не менее 3 месяцев показало положительное действие на частоту эректильной дисфункции у каждого третьего, на улучшение клинических проявлений простатита и морфофункциональных показателей – более чем у половины обследованных. Как свидетельствуют исследования по обоснованию использования биорегуляторных пептидов в клинической практике, благодаря свойству органотропности препараты оптимизируют процессы физиологической регенерации, что способствует обновлению и восстановлению функции органов и систем. У шахтеров, занятых добычей руд цветных металлов подземным способом, подвергающихся комплексному воздействию неблагоприятных факторов (вибракустические, микроклиматические факторы, репротоксикатны, работа на глубине более 400 м без воздействия естественного света), развиваются нарушения со стороны репродуктивной системы. Наиболее высоки репродуктивные риски

у мужчин в возрастной группе 39-49 лет со стажем работы в подземных условиях более 10 лет. Проводимая схема лечения коснулась именно данной группы работников горнорудного производства.

Ключевые слова: горнорудное производство, шахтеры, репродуктивные нарушения, биорегуляторные пептиды, низкомолекулярные пептиды: Matrix prosta, Matrix testes, эффективность лечения.

Для цитирования: Терегулов Б.Ф., Терегулова З.С., Гайнуллина М.К., Терегулова З.Ф. Применение биорегуляторных пептидов для коррекции репродуктивных нарушений у шахтеров, занятых добычей руд цветных металлов подземным способом. Медицина труда и экология человека. 2021;4:92-105

Для корреспонденции: Терегулов Булат Филаритович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии и профзаболеваний с курсом ИДПО ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», г. Уфа, ул. Ленина, 3, e-mail: nlsufa@mail.ru.

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10406>

BIOREGULATORY PEPTIDES TO CORRECT REPRODUCTIVE DISORDERS IN WORKERS USING UNDERGROUND MINING OF NON-FERROUS METAL ORES

¹B.F. Teregulov, ¹Z.S. Teregulova, ²M.K. Gainullina, ³Z.F. Teregulova

¹ Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa, Russia;

² Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia;

³ ANO APE "Institute of Professional Education of the Russian Federation", Ufa, Russia

The objects of the study were male miners of underground mining of non-ferrous metal ores.

The purpose of the study was to evaluate the effectiveness of bioregulatory targeted peptides - a new generation of informational drugs Matrixprosta, Matrixtestes to correct reproductive disorders.

Research methods. To evaluate efficiency of the therapy, TRUS of the prostate, bioresonance diagnostics using the apparatus "Metatron-4025", as well as questionnaires of miners were carried out in the dynamics before and after treatment.

Results. The use of low molecular weight bioregulatory peptides for at least 3 months has shown a positive effect on the frequency of erectile dysfunction in every third person, on the improvement of the clinical manifestations of prostatitis and morpho-functional parameters in more than half of the examined patients. In accordance with the studies to substantiate the use of bioregulatory peptides in clinical practice, due to the property of organotropy, the drugs optimize the processes of physiological regeneration, which contribute to the renewal and restoration of the function of organs and systems. Underground non-ferrous metal mining workers exposed to the complex effects of adverse factors (vibroacoustic, microclimatic factors, reprotoxic, working at a depth of more than 400 m without exposure to natural light) develop reproductive disorders. The highest reproductive risks are in men aged 39-49 years with more than 10 years of work experience in underground conditions. The ongoing treatment regimen has affected this particular group of workers in the mining industry.

Keywords: mining, miners, reproductive disorders, bioregulatory peptides, low molecular weight peptides: Matrixprosta, Matrixtestes, treatment efficacy.

Citation: B.F. Teregulov, Z.S. Teregulova, M.K. Gainullina, Z.F. Teregulova. Bioregulatory peptides to correct reproductive disorders in workers using underground mining of non-ferrous metal ores. Occupational health and human ecology. 2021;4:92-105

Correspondence: Bulat F. Teregulov - Cand.Sc (Medicine), Associate Professor at the Department of Therapy and Occupational Diseases, Bashkirian State Medical University, Ufa, 3, Lenin str., e-mail: nlsufa@mail.ru.

Financing: The study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10406>

В последние десятилетия наблюдается снижение показателей репродуктивного здоровья населения, при этом прогрессирующее ухудшение репродуктивности характерно особенно для мужчин. Частота мужского фактора семейного бесплодия за последние годы достигает 50% [1, 2, 3, 4]. В связи с этим особую актуальность приобретает оценка репродуктивного здоровья

мужчин в отдельных профессиональных группах с различными уровнями воздействия неблагоприятных факторов. В настоящее время доказана роль влияния вредных факторов окружающей, в т. ч. производственной среды, на нарушения в репродуктивной системе [1, 2, 5]. Представленные данные диктуют необходимость ранней диагностики и коррекции нарушений репродуктивного здоровья работающих мужчин, что является приоритетной задачей клинической медицины.

Профессиональный риск для репродуктивного здоровья можно определить как вероятность причинения ущерба репродуктивной функции работника в связи с исполнением им трудовых обязанностей [3, 6]. Производственно-профессиональная экспозиция неблагоприятных факторов отчетливо проявляется у работающих в горнодобывающей промышленности, где заняты главным образом мужчины, которые подвергаются комплексному воздействию неблагоприятных факторов, в т. ч. воздействию токсичных элементов, внесенных в список репротоксикантов (Р.2.2.2006-05).

Результаты ранее проведенных нами исследований демонстрировали о репротоксическом действии комплекса тяжелых металлов на сперматогенез и фертильность шахтеров, занятых добычей руд цветных металлов подземным способом [5, 7, 8, 9]. В связи с этим своевременное выявление факторов риска репродуктивному здоровью работающих мужчин и прогнозирование их последствий является актуальной задачей. Создавшаяся ситуация диктует необходимость разработки и внедрения новых технологий охраны репродуктивного здоровья работающих.

Цель исследования – оценить отдельные показатели репродуктивного здоровья шахтеров подземных рудников, занятых добычей руд цветных металлов, и изучить эффективность применения низкомолекулярных биорегуляторных пептидов в коррекции выявленных нарушений.

Материалы и методы. Исследования проведены (2017-2020 гг.) на одном из крупнейших предприятий России - ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат», который в течении 80 лет добывает медно-цинковые колчеданные руды. Объектом исследования явились 94 мужчины в возрасте от 26 до 49 лет со стажем работы от 8 до 20 лет в профессиях бурильщик, крепильщик. По данным гигиенических исследований, условия труда шахтеров характеризуются комплексным воздействием неблагоприятных факторов. Помимо влияния вибро-акустических факторов, тяжести труда, неблагоприятных

микrokлиматических условий, шахтеры подвергаются воздействию химических веществ, а именно металлов 1-го и 2-го классов опасности, таких как хром, свинец, ртуть, мышьяк, с доказанными репротоксическими свойствами [6, 10, 11]. Добыча руды ведется на глубине более чем 400 м в условиях отсутствия дневного света в замкнутом пространстве, где постоянно присутствует опасность обвала горных пород. Отсутствие дневного света создает риски развития гиповитаминоза по витамину D, роль которого в сохранении репродуктивного здоровья мужчин велика [1, 12, 13, 14]. По данным гигиенических исследований [5, 8, 10], общая оценка условий труда у шахтеров квалифицируется как вредный класс 2-4 степени (3.2-3.4).

Учитывая, что к числу специфических показателей вредного воздействия производственных факторов на репродуктивную функцию относятся эректильная дисфункция и мужское бесплодие, а также изменения со стороны простаты, нами для уточнения самооценки шахтерами их репродуктивного здоровья и получения ответа на интересующие нас вопросы проводился целевой анкетный опрос. Одновременно оценивали структурно-морфологические изменения предстательной железы методом трансректального ультразвукового исследования (ТРУЗИ). Для верификации показателей ТРУЗИ была проведена биорезонансная диагностика, позволяющая по спектрально-энтропийному анализу с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК) «Метатрон-4025» получать данные о структурно-морфологических изменениях в простате. АПК разрешен к применению в медицинской практике и зарегистрирован в реестре медицинских изделий Росздравнадзора (01.10.2010 г. № ФСР 2010/07777), является бесконтактным неинвазивным высокоинформативным методом. Метод позволяет в 3D-формате визуализировать изменения в тканях и органах, оценить наличие токсичных элементов и инфекционно-паразитарную отягощенность [15, 16, 17].

Для коррекции выявленных нарушений были применены низкомолекулярные пептидные препараты серии Power matrix (ООО «Виофарм», г. Москва) Matrix prosta, Matrix testes. Пептидные биорегуляторы обладают уникальной способностью восстанавливать органную гистоморфологическую структуру [18]. Благодаря свойству органотропности препараты оптимизируют процессы физиологической регенерации, что способствует обновлению и восстановлению функции органов и систем.

Снижающийся из-за болезней или по мере старения синтез белков в организме при воздействии регуляторных пептидов сопровождается повышением адаптационного потенциала и восстановлением функциональной активности тканей [18, 19, 20]. Наиболее важным направлением является профилактическое применение пептидных биорегуляторов для повышения резистентности организма к воздействию дестабилизирующих факторов. Это позволяет предупреждать нарушения в тканях, снизить темп старения организма, уменьшить риск развития возрастной патологии и способствует увеличению периода активного долголетия [18, 19, 20, 21]. В организме пептиды являются «информационными носителями» — они переносят биологическую информацию здоровой клетки. Для коррекции выявленных нарушений нами были использованы целевые препараты, а именно Matrix prosta и Matrix testes.

В зависимости от вида тканеспецифического биорегулятора с зашифрованной информацией имеется возможность проводить адресную коррекцию и терапию по принципу гомеопатии [18, 20]. Matrix Prosta - препарат с информацией о здоровой молодой ткани предстательной железы и лекарственных растений (зверобой, аир обыкновенный, полынь обыкновенная). Данный препарат положительно влияет на структуру предстательной железы и регулирует ее работу, повышает регенерацию, улучшает обменные процессы. Matrix Testes - препарат с информацией о здоровой молодой ткани семенников (мужских половых желез) и тех же лекарственных растений. Matrix Testes с учетом его составляющих компонентов и лекарственных трав оказывает влияние на структуру и функцию семенников, оптимизирует гормональные процессы. Исследования проведены в динамике в начале и конце лечения.

Статистическая обработка полученных данных выполнена с помощью компьютера Asus с использованием прикладных программ Microsoft Excel 2000, Microsoft Access.

Результаты. По данным анкетирования, инфертильные браки в семьях опрошенных 94 шахтеров составили 13 случаев (12,2%), это почти в два раза выше аналогичных показателей, полученных нами при предыдущих исследованиях - 7% [5, 8], что указывает на рост частоты бездетных браков среди шахтеров. Следует отметить, что брак считается инфертильным, когда у супругов не наступает желанная беременность в течение года.

Индивидуальный анализ ответов показал, что причиной infertility в большинстве случаев являлся мужчина – отсутствие желанной беременности больше чем в половине случаев по тем или иным причинам (57,4%), связанным с мужским репродуктивным здоровьем.

Опрос по самооценке репродуктивного здоровья позволил констатировать эректильную дисфункцию той или иной степени почти у каждого пятого опрошенного (19,1%) шахтера (табл. 1).

Установлены дизурические расстройства у обследованных мужчин в 30% случаях. По результатам ТРУЗИ был диагностирован хронический простатит у 35 человек (37,2%), главным образом у лиц, предъявляющих жалобы на дизурические расстройства. Доброкачественная гиперплазия предстательной железы была выявлена у 15 (14,1%) обследованных. В отдельных случаях были выявлены кальцинаты в предстательной железе - 8 (8,5%). Хронический простатит чаще всего был диагностирован у мужчин в возрасте от 39 до 45 лет со стажем работы более 10 лет, а доброкачественная гиперплазия предстательной железы и кальцинаты в ряде случаев в сочетании с хроническим простатитом – у лиц более старшего возраста.

Таблица 1

Показатели нарушений репродуктивного здоровья шахтеров

Показатели	N = 94 чел.	
	Абс.	%
По данным анкетного опроса:		
1. Дизурические расстройства	32	30,08
2. Инфертильные браки	13	12,22
3. Эректильная дисфункция	18	19,1
По данным ТРУЗИ:		
1. Хронический простатит	35	32,9
2. Доброкачественная гиперплазия простаты	15	14,1
3. Кальцинаты в простате	8	7,52
По данным биорезонансной диагностики:		
1. Хронические уретриты		

2. Структурно-морфологические изменения в простате	16	15,04
3. Инфекции	49	46,06
4. Токсичные элементы	27	25,38
	29	27,26

Проведенная с целью верификации структурно-морфологических изменений в простате, полученная по результатам ТРУЗИ, биорезонансная диагностика с индивидуальным анализом полученных данных показала совпадение структурно-морфологических изменений в простате у 49 больных (46,06%), что свидетельствует о высокой эффективности данного метода в диагностике простатита. По данным биорезонансной диагностики, инфекции (грибковая отягощенность, хламидиоз) установлены у каждого четвертого обследованного шахтера. Накопление токсичных элементов, в основном присутствующих в производственной среде (свинец, ртуть, мышьяк, медь, цинк и др.), в простате было верифицировано в 27,26% случаев (табл. 1).

Шахтерам с хроническим простатитом и эректильной дисфункцией (40 чел.) было назначено лечение с использованием низкомолекулярных пептидных препаратов по протоколу, рекомендованному производителем [18]. Matrix prosta назначался по 10 капель на 1 столовую ложку воды до еды 3 раза в день. Одновременно шахтеры получали препарат Matrix testes в той же дозировке. Курс лечения длился 3 месяца.

Как видно из представленной таблицы 2, динамическое наблюдение до и после лечения позволило констатировать эффективность схемы проведенного лечения у значительной части шахтеров, в виде снижения частоты симптомов простатита (дизурии, дискомфорта в области промежности) до 27,5%. У каждого третьего мужчины было констатировано улучшение эректильной функции.

Таблица 2

Результаты лечения шахтеров низкомолекулярными пептидами

№	Показатели	n = 40 чел.			
		До лечения		После лечения	
		Абс.	%	Абс.	%
1	Дизурические расстройства	21	52,5	11	27,5
2	Эректильная дисфункция	12	30,0	4	10,0
3	Структурно-морфологические изменения в простате	27	67,5	15	37,7
4					
5	Инфекции мочеполовых путей	11	27,5	7	17,05
	Токсичные элементы в простате	13	32,5	10	25,0

Динамическое обследование в процессе и после курса лечения на АПК «Метатрон-4025» позволило констатировать улучшение структурно-морфологических показателей у большинства пролеченных: у 67,5% до лечения и 37,7% после лечения. В процессе лечения наблюдалось некоторое снижение показателей персистенции инфекции в мочеполовых путях. Снижение содержания токсичных элементов в простате по результатам биорезонансной диагностики составило 7,5%.

Обсуждение. У шахтеров, занятых добычей руд цветных металлов подземным способом, подвергающихся длительному воздействию комплекса неблагоприятных факторов с вредными условиями труда (класс 3.2-3.4), при целевом анкетировании и инструментальном обследовании нами были выявлены нарушения со стороны репродуктивной системы. При самооценке репродуктивного статуса методом опроса инфертильные браки в семьях шахтеров отмечены в 12,7% случаях. На эректильную дисфункцию указали 19,8% шахтеров – в основном высокостажированные работники. Наиболее уязвимой явилась группа мужчин в возрасте 39-49 лет со стажем работы более 10 лет.

По данным литературы, ранее биорегуляторные пептиды с высокой эффективностью были применены при воздействии неблагоприятных производственных факторов, а также в профилактике преждевременного старения рабочих виброопасных профессий [22,23].

Применение биорегуляторных пептидов направленного действия - Matrix prosta и Matrix testes оказывает положительное влияние на отдельные показатели репродуктивного здоровья, а именно на эректильную дисфункцию, клинические и структурно-морфологические изменения в простате при продолжительности лечения не менее трех месяцев, которые были установлены у значительной части пролеченных шахтеров. Это нашло подтверждение при динамическом наблюдении в процессе лечения, а также при биорезонансной диагностике на АПК «Метатрон».

Полученные данные диктуют необходимость разработки медико-гигиенических и профилактических мероприятий по сохранению репродуктивного здоровья работающих во вредных условиях труда с ранней коррекцией нарушений с использованием натуропатических средств, в частности биорегуляторных пептидов и лечебных трав.

Выводы:

1. У шахтеров, занятых добычей руд цветных металлов подземным способом, подвергающихся комплексному воздействию неблагоприятных факторов (виброакустические, микроклиматические факторы, репротоксиканты, работа на глубине более 400 м без воздействия естественного света), развиваются нарушения со стороны репродуктивной системы.
2. Наиболее высоки репродуктивные риски у мужчин в возрастной группе 39-49 лет со стажем работы в подземных условиях более 10 лет.
3. Применение низкомолекулярных биорегуляторных пептидов направленного действия - Matrix prosta и Matrix testes в течение не менее 3 месяцев оказало положительное действие на частоту эректильной дисфункции у каждого третьего, на улучшение клинических проявлений простатита и морфофункциональных показателей простаты более чем у половины шахтеров.

Список литературы:

1. Никитин А.И. Вредные факторы среды и репродуктивная система человека (ответственность перед будущими поколениями). СПб.:«ЭЛБИ-СПб», 2008.
2. Производственные вредности и репродуктивная функция. Краткие заметки. Хроника ВОЗ. 2006; 40 (4): 731-733.
3. Сивочалова О.В., Фесенко М.А., Гайнуллина М.К., Денисов Э.И., Голованева Г.В. Профессиональный риск репродуктивных нарушений, проблемы и

- принципы прогнозирования их у работников при воздействии химических факторов. Современные проблемы гигиены и медицины труда. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Уфа, 2015.
4. A. Denckera and all. *Women and Birth*. 2019; 32(2): 99-111.
 5. Терегулов Б.Ф., Терегулова З.Ф. Репродуктивное здоровье мужчин-горнорабочих подземных рудников. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2011; 5: 9-10.
 6. Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Руководство. Р.2.2.2006-05. М.: Роспотребнадзор; 2005.
 7. Гайнуллина М.К., Каримова Л.К., Терегулова З.С. Профессиональные риски репродуктивному здоровью работников, занятых обогащением руд цветных металлов: монография. Уфа. 2016.
 8. Павлов В.Н., Бекмухамбетов Е.Ж., Терегулова З.С., Мамырбаев А.А., Терегулов Б.Ф., Ишемгулов Р.Р. К оценке репродуктивного здоровья мужчин, проживающих и работающих в условиях горнорудного техногенеза. *Медицинский вестник Башкортостана*. Уфа. 2015; 3: 103-106.
 9. Lerchbaum E., Obermayer-Pietsch B. Vitamin D and fertility: a systematic review. *Eur J Endocrinol*. 2012; 166: 765-78.
 10. Каримова Л.К., Гайнуллина М.К., Гребенева О.В., Шайхлисламова Э.Р., Маврина Л.Н., Сембаев Ж.Х. О состоянии условий труда работниц горно-обогатительной фабрики. *Гигиена труда и медицинская экология*. 2017; 1: 22-29.
 11. Rolland, M., Le Moall, J., Wagner, V., Royere, D. and De Mouzon J. 2012. Decline in semen concentration and morphology in a sample of 26 609 men close to general population between 1989 and 2005 in France. *Humam Reproduction*. 2013; 28 (2): 462 – 470.
 12. Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека: методические рекомендации №11-8/240-09. *Экологический вестник России*. 2004; 8:12-21.
 13. Auter P, Boniol M, Pizot C, Mullie P. Vitamin D status and ill health: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2014; 2: 76-89.
 14. Blomberg JM, Dissing S. Non-genomic effects of vitamin D in human spermatozoa. *Steroids*. 2012; 77(10): 903-909.

15. Нестерова В.И., Янкина Л.А. Трехмерное нелинейное сканирование – новый метод визуализации мочеиспускательного канала. Медицина и Здоровье. 2010; 10 (54): 35.
16. Терегулов Б.Ф. Введение в биоэнергоинформационную медицину. Экспресс-скрининг (NLS-анализ) здоровья: учебно-методическое пособие. Уфа. 2016.
17. Отчет о НИР «Изучение эффективности аппаратно-программного комплекса биорезонансной диагностики «Метатрон», договор №114 между ФГБОУ ВО БГМУ и ООО «Институт прикладной психофизики», Уфа, 2018 г.
18. <https://powermatrix.su/staty> сайт Пауэр матрикс.
19. Хавинсон В.Х. Молекулярные основы пептидергической регуляции старения. СПб.: Наука. 2011.
20. Хавинсон В.Х., Кузник Б.И., Рыжак Г.А. Пептидные геропротекторы – эпигенетические регуляторы физиологических функций организма. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена. 2014.
21. Bjerre Knudsen L, Madsen LW, Andersen S., et al. Glucagon-like Peptide-1 receptor agonists activate rodent thyroid C-cells causing calcitonin release and C-cell proliferation. *Endocrinology*. 2010; 151 (4): 1473-86. doi: 10.1210/en.2009-1272.
22. Башкирева А.С. Концептуальные основы профилактики преждевременного старения работающих во вредных производственных условиях. Автореф. дис. на соискание ученой степени доктора медицинских наук, СПб. 2010.
23. Kahn L. G. et al. The relation of birth weight and adiposity across the life course to semen quality in middle age. *Epidemiology*. 2019; 30(2):17-27.

References:

1. Nikitin A.I. Harmful environmental factors and the human reproductive system (responsibility to future generations). SPb .: "ELBI-SPb", 2008.
2. Industrial hazards and reproductive function. Brief notes. *WHO Chronicle*. 2006; 40 (4): 731-733.
3. Sivochalova O.V., Fesenko M.A., Gainullina M.K., Denisov E.I., Golovaneva G.V. Occupational risk of reproductive disorders, problems and principles of predicting them in workers under the influence of chemical factors. *Modern problems of occupational hygiene and medicine: materials of the All-Russian. conferences with international participation*. Ufa, 2015: 422-429.

4. A. Denckera and all. Women and Birth. 2019; 32(2): 99-111.
5. Teregulov B.F., Teregulova Z.F. Reproductive health of male underground miners. Healthcare of the Russian Federation. 2011; 5: 9-10.
6. Hygienic assessment of the factors of the work environment and the work process. Criteria and classification of working conditions: Guide. R.2.2.2006-05.- M.: Rospotrebnadzor; 2005.
7. Gainullina M.K., Karimova L.K., Teregulova Z.S. Occupational risks to the reproductive health of workers engaged in the beneficiation of non-ferrous metal ores: monograph. Ufa; 2016.
8. Pavlov V.N., Bekmukhambetov E.Zh., Teregulova Z.S., Mamyrbayev A.A., Teregulov B.F., Ishemgulov R.R. On the assessment of the reproductive health of men living and working in the conditions of mining technogenesis. Medical Bulletin of Bashkortostan. Ufa. 2015; 3: 103-106.
9. Lerchbaum E., Obermayer-Pietsch B. Vitamin D and fertility: a systematic review. Eur J Endocrinol. 2012; 166: 765-78.
10. Karimova L.K., Gainullina M.K., Grebeneva O.V., Shaikhislamova E.R., Mavrina L.N., Sembaev Zh.Kh. On the state of the working conditions of the workers of the mining and processing plant. Occupational health and medical ecology. 2017; 1: 22-29
11. Rolland, M., Le Moal, J., Wagner, V., Royere, D. and De Mouzon J. 2012. Decline in semen concentration and morphology in a sample of 26 609 men close to general population between 1989 and 2005 in France. Hum Reproduction. 2013; 28 (2): 462 – 470.
12. Hygienic assessment of harmful production factors and production processes hazardous to human reproductive health: guidelines No. 11-8 / 240-09. Ecological Bulletin of Russia. 2004; 8: 12-21.
13. Auter P, Boniol M, Pizot C, Mullie P. Vitamin D status and ill health: a systematic review. Lancet Diabetes Endocrinol. 2014; 2: 76-89.
14. Blomberg JM, Dissing S. Non-genomic effects of vitamin D in human spermatozoa. Steroids. 2012; 77(10): 903-909.
15. Nesterova V.I, Yankina L.A. Three-dimensional nonlinear scanning - a new method of visualization of the urethra. Medicine and Health. 2010;10 (54): 35.
16. Teregulov B.F. Introduction to Bioenergy Information Medicine. Express screening (NLS-analysis) of health: a training manual. Ufa; 2016.

17. Research report "Study of the effectiveness of the hardware and software complex of bioresonance diagnostics" Metatron ", contract No. 114 between FSBEI HE BSMU and LLC" Institute of Applied Psychophysics ", Ufa, 2018. 47 p.
18. <https://powermatrix.su/staty> сайт Пауэр матрикс.
19. Khavinson V.Kh. Molecular basis of peptidergic regulation of aging. SPb .: Science. 2011.
20. Khavinson V.Kh., Kuznik B.I., Ryzhak G.A. Peptide geroprotectors are epigenetic regulators of the physiological functions of the body. SPb .: the Herzen RSPU. 2014.
21. Bjerre Knudsen L, Madsen LW, Andersen S., et al. Glucagon-like Peptide-1 receptor agonists activate rodent thyroid C-cells causing calcitonin release and C-cell proliferation. *Endocrinology*. 2010; 151 (4): 1473-86. doi: 10.1210/en.2009-1272.
22. Bashkireva A.S. Conceptual framework for the prevention of premature aging of workers in hazardous working conditions. Abstract of Doct. thesis (Medicine), St. Petersburg. 2010.
25. Kahn L. G. et al. The relation of birth weight and adiposity across the life course to semen quality in middle age. *Epidemiology*.2019; 30(2):17-27.

Поступила/Received: 13.10.2021

Принята в печать/Accepted: 26.10.2021

УДК 616.89:371.12-051

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ УЧИТЕЛЕЙ

Степанова А.Э., Потеряева Е.Л., Семенова В.Н.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»,
Новосибирск, Россия

Изучение проблем психического здоровья человека – одна из центральных проблем современного общества, весьма актуальная для лиц из группы профессий «человек-человек», в перечень которых входит и профессия педагога, относящаяся по степени напряженности, в соответствии с гигиеническими подходами, к третьему классу.

Цель исследования заключалась в оценке психического здоровья учителей.

Методы. В исследовании приняли участие 300 учителей двух десятков учебных заведений общего образования города Новосибирска и Новосибирской области. Для измерения степени выгорания применен опросник Maslach Burnout Inventory, адаптированный для России Н. Е. Водопьяновой. Исследование особенностей и уровня тревожности проводили с помощью методики Ханина Ю.Л., Spielberger С.Д.

Результаты исследования выявили различные уровни тревожности учителей с преобладанием высокого уровня личностной и умеренного уровня ситуативной. Выявлена статистически значимая (критерий Пирсона, $p < 0,0001$) прямая корреляционная связь ($r = 0,7$) между ситуативной и личностной тревожностью. Высока распространенность профессионального выгорания, причем высокой степени выраженности. Кроме того, отмечены особенности формирования тревожности и профессионального выгорания в зависимости от стажа и возраста, влияние на работоспособность, удовлетворенность работой и степень конфликтности. Достоверная прямая корреляционная связь средней степени ($p < 0,0001$; $r = 0,3$) между выраженностью эмоционального выгорания и уровнем ситуативной и личностной тревожности свидетельствует о том, что лица с высоким уровнем тревожности составляют группу риска развития синдрома профессионального выгорания. В формировании нарушений здоровья, как психического, так и соматического, значимую роль играют специфические особенности педагогической деятельности. Это

следует и из анализа данных анкетного скрининга. Результаты исследования указывают на необходимость комплекса профилактических мер для сохранения здоровья, высокой работоспособности в течение всего периода профессиональной деятельности учителя.

Ключевые слова: психическое здоровье, личностная и ситуативная тревожность, профессиональное выгорание, корреляционная зависимость, учителя общеобразовательных школ.

Для цитирования: Степанова А.Э., Потеряева Е.Л., Семенова В.Н. Оценка состояния психического здоровья учителей. Медицина труда и экология человека. 2021;4:106-128

Для корреспонденции: Потеряева Елена Леонидовна, профессор, заведующая кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФПК и ППВ, советник ректора, доктор медицинских наук. ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. e-mail: sovetmedin@yandex.ru

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10407>

TEACHERS' MENTAL HEALTH

Stepanova A.E., Poteryaeva E.L., Semenova V.N.

Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

The study of human mental health problems is one of the central problems of modern society, very relevant for people from the occupational group "man-to-man", the list of which also includes the profession of a teacher, related to the degree of tension, in accordance with hygienic approaches, to the third grade.

The aim of the study was to assess teachers' mental health. The study involved 300 teachers from two dozen educational institutions of general education in the city of Novosibirsk. The Maslach Burnout Inventory questionnaire adapted for Russia by N.E. Vodopyanova was used to measure burnout. The study of the characteristics and level of anxiety was carried out using the methodology of KhaninYu.L., Spielberger C.D.

The results of the study of teachers' anxiety revealed different levels with a predominance of a high level of personality and a moderate level of situational. A statistically significant (Pearson test, $p < 0,0001$) direct correlation ($r = 0.7$) was revealed between situational and personal anxiety. The prevalence of occupational burnout is high, with a high degree of severity. In addition, the features of the development of anxiety and occupational burnout depending on the length of service and age, the impact on performance, job satisfaction and the degree of conflict were noted. A reliable direct correlation of a moderate degree ($p < 0,0001$ ($r = 0.3$) between the severity of emotional burnout and the level of situational and personal anxiety indicates that persons with a high level of anxiety constitute a risk group for the development of professional burnout syndrome. Specific features of pedagogical activity play a significant role in the development of health disorders, both mental and somatic. This also follows from the analysis of the data of the questionnaire screening. The results of the study indicate the need for a complex of preventive measures to maintain health, high performance during the entire period of the teachers' occupational activity.

Keywords: *mental health, personal and situational anxiety, occupational burnout, correlation dependence, teachers of secondary schools.*

Citation: *Stepanova A.E., Poteryaeva E.L., Semenova V.N. Teachers' mental health. Occupational health and human ecology. 2021;4:106-128*

Correspondence: *Elena L. Poteryaeva, Professor, Head of the Department of Emergency Therapy with Endocrinology and Occupational Medicine, Advisor to the Rector, Doctor of Medicine. Novosibirsk State Medical University of the Russian Health Ministry. e-mail: sovetmedin@yandex.ru*

Financing: *The study had no financial support.*

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10407>

Психическое здоровье человека – это состояние психики, обусловленное генетическими и врожденными особенностями, которые позволяют человеку как бессознательно, так и осознанно, осмысленно, адекватно познавать, формировать психологические образы поведения определенного социума и в соответствии с принятыми в нем ценностями реагировать на воздействия в деятельности [1]. Психологическое здоровье характеризует личность в целом как совокупность личностных характеристик, являющихся предпосылками

стрессоустойчивости, успешной самореализации, социальной адаптации человека [2]. Исследовательский интерес к этим проблемам объясняется снижением уровня здоровья работающего населения в целом и в отдельных профессиональных группах. Причем, прежде всего, это касается профессий «человек-человек», в перечень которых входит и профессия педагога, относящаяся к разряду стрессогенных и эмоционально напряженных. Нарушения психического здоровья учителя негативно отражаются как на характере взаимоотношений в системе «учитель-ученик», так и на эффективности самого образовательного процесса. Предполагается, что снижение стресса и утомляемости учителей оказывает прямое влияние на благополучие учащихся, повышение успеваемости [3].

Проблема исследования тревоги и тревожности – одна из центральных проблем современного общества. Изучением данной проблемы занимаются исследователи в различных научных сферах: психологии, психиатрии, биохимии, физиологии, философии, социологии. Современные научные исследования [4,5] демонстрируют возрастающий интерес к проблеме тревожности личности. Особую обеспокоенность психологов в последние годы вызывает процесс формирования тревожных состояний в условиях школы как среди обучающихся, так и обучающихся, учителей.

В России, как и в других странах, достаточно давно говорят о профессиональном выгорании работников. Исследования по проблеме профессионального выгорания начались еще в 70-х годах XX века и сохраняют актуальность и в наше время [6,7,8,9,]. На Европейской конференции Всемирной организации здравоохранения в 2005 году сообщалось, что от «профессиональных стрессов» страдает около трети специалистов социэкономических профессий, но более всего – учителя. Так, в странах Евросоюза до 60% работников системы образования ежегодно обращаются к психологам и медикам с проблемами, связанными с профессиональным выгоранием. Раннее формирование профессионального выгорания, уже в студенческие годы, повышает вероятность большего риска выгорания у специалистов, в частности педагогов [10].

Цель - оценить психическое состояние здоровья учителей города Новосибирска и Новосибирской области.

Методы. В исследовании приняли участие учителя 21 учебного заведения разного типа (общеобразовательные школы, лицеи, гимназии). Всего 300

человек, из них 149 учителей начальных классов, 151 учитель старших классов, все женского пола, разного возраста и, соответственно, с разным стажем преподавательской работы (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика выборки учителей

(АВ-абсолютные величины; %)

Стажевая группа	Все учителя			Учителя начальных классов			Учителя старших классов		
	АВ, %	ср. стаж,	ср. возраст	АВ, %	ср. стаж,	ср. возраст	АВ, %	ср. стаж,	ср. возраст
до 3 лет	(32) 10,7	1,7	26,4	(16) 10,7	1,8	25,4	(16) 10,6	1,6	27,3
от 3 до 5 лет	(16) 5,3	4,6	30,3	(10) 6,7	4,5	31,4	(6) 4,0	4,8	28,3
от 5 до 10 лет	(31) 10,3	8,5	33,8	(15) 10,1	8,3	32,9	(16) 10,6	8,8	34,8
от 10 до 15 лет	(28) 9,3	13,5	38,2	(14) 9,4	14,1	38,1	(14) 9,3	13,0	38,4
от 15 до 20 лет	(37) 12,3	18,6	42,0	(20) 13,4	18,7	41,9	(17) 11,3	18,5	42,2

Ганс Селье, основоположник учения о стрессе, рассматривал профессиональное выгорание как неспецифическую защитную реакцию организма в ответ на психотравмирующие факторы разного свойства. Эту теорию подтверждает наличие у выгорания всех трех фаз стресса. Для измерения выгорания в 1981 году К.Маслач был создан и опубликован вместе с С.Джексоном опросник Maslach Burnout Inventory (MBI), адаптированный для России Н. Е. Водопьяновой (2001). Методика включает в себя три шкалы – эмоциональное истощение, деперсонализацию и профессиональную успешность.

Исследование особенностей и уровня тревожности проводили с помощью методики Ч.Спилбергера [Ханин Ю.Л., 1976; Spielberger C.D., 1972]. Тест Спилбергера-Ханина позволяет оценить уровень тревожности человека в повседневной жизни (личностная тревожность) при возникновении безопасных

жизненных ситуаций, которые могут восприниматься как содержащие угрозу. Так же определяется ситуативная тревожность – эмоциональная реакция на стрессовую ситуацию организма.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программы SPSS 16. Анализ связи отдельных категориальных переменных между собой выполняли с помощью таблиц сопряженности с использованием критерия хи-квадрат по Пирсону. Проверку распределения на нормальность осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Полученные при анализе данные обрабатывали с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Результаты исследования ситуативной и личностной тревожности всей выборки учителей выявили различные уровни (табл. 2).

Таблица 2

Структура ситуативной (СТ) и личностной (ЛТ) тревожности

(АВ-абсолютные величины; %)

Уровень тревожности	Все учителя				Учителя начальных классов				Учителя старших классов			
	ЛТ		СТ		ЛТ		СТ		ЛТ		СТ	
	АВ	%	АВ	%	АВ	%	АВ	%	АВ	%	АВ	%
высокий уровень	220	73,3	107	35,7	108	72,5	51	34,2	112	74,2	56	37,1
умеренный уровень	78	26,0	148	49,3	39	26,2	73	49	39	25,8	75	49,7
низкий уровень	2	0,7	45	15,0	2	1,3	25	16,8	0	0,0	20	13,2

Из представленной таблицы видно, что в общей структуре личностной тревожности среди всех учителей на первом месте высокий уровень - 73,3%, а в ситуативной тревожности преобладает умеренный уровень - 49,3%. Наличие умеренного уровня тревожности свидетельствует об адекватном реагировании на стрессовые ситуации. Высокий уровень ситуативной тревожности отражает сформированность фаз резистенции и истощения, а высокой уровень

личностной тревожности свидетельствует о сформированности фазы напряжения.

Структура личностной и ситуативной тревожности у учителей разных классов одинакова.

Таблица 3

Комбинации личностной и ситуативной тревожности
(АВ-абсолютные величины; %)

Ситуативная тревожность	Личностная тревожность					
	низкий уровень		умеренный уровень		высокий уровень	
	АВ	%	АВ	%	АВ	%
низкий уровень	2	100	30	38,5	13	5,9
умеренный уровень	0	0,0	41	52,6	107	48,6
высокий уровень	0	0,0	7	9,0	100	45,5

Как сочетаются уровни ситуативной и личностной тревожности? Анализ (табл. 3) показал, что половина лиц с умеренным уровнем личностной тревожности имеет ситуативную тревожность аналогичного уровня (52,6%). В случае высокого уровня личностная тревожность имеет практически одинаковое сочетание с умеренным (48,6%) и высоким (45,5%) уровнями ситуативной тревожности. Критерий Пирсона показал статистическую значимость ($p < 0,0001$) между ситуативной и личностной тревожностью, а также высокую прямую корреляционную связь ($r = 0,7$).

Анализ полученных результатов выявил возрастные особенности формирования тревожности. Как видно из рисунка 1, по мере увеличения возраста возрастает в два раза доля лиц с высоким уровнем личностной тревожности, при этом практически отсутствует низкий уровень. Также важно отметить, что более половины (55%) молодых учителей до 25 лет уже имеют

высокий уровень личностной тревожности. Полученные результаты диктуют необходимость изучения тревожности у студентов педагогических вузов.

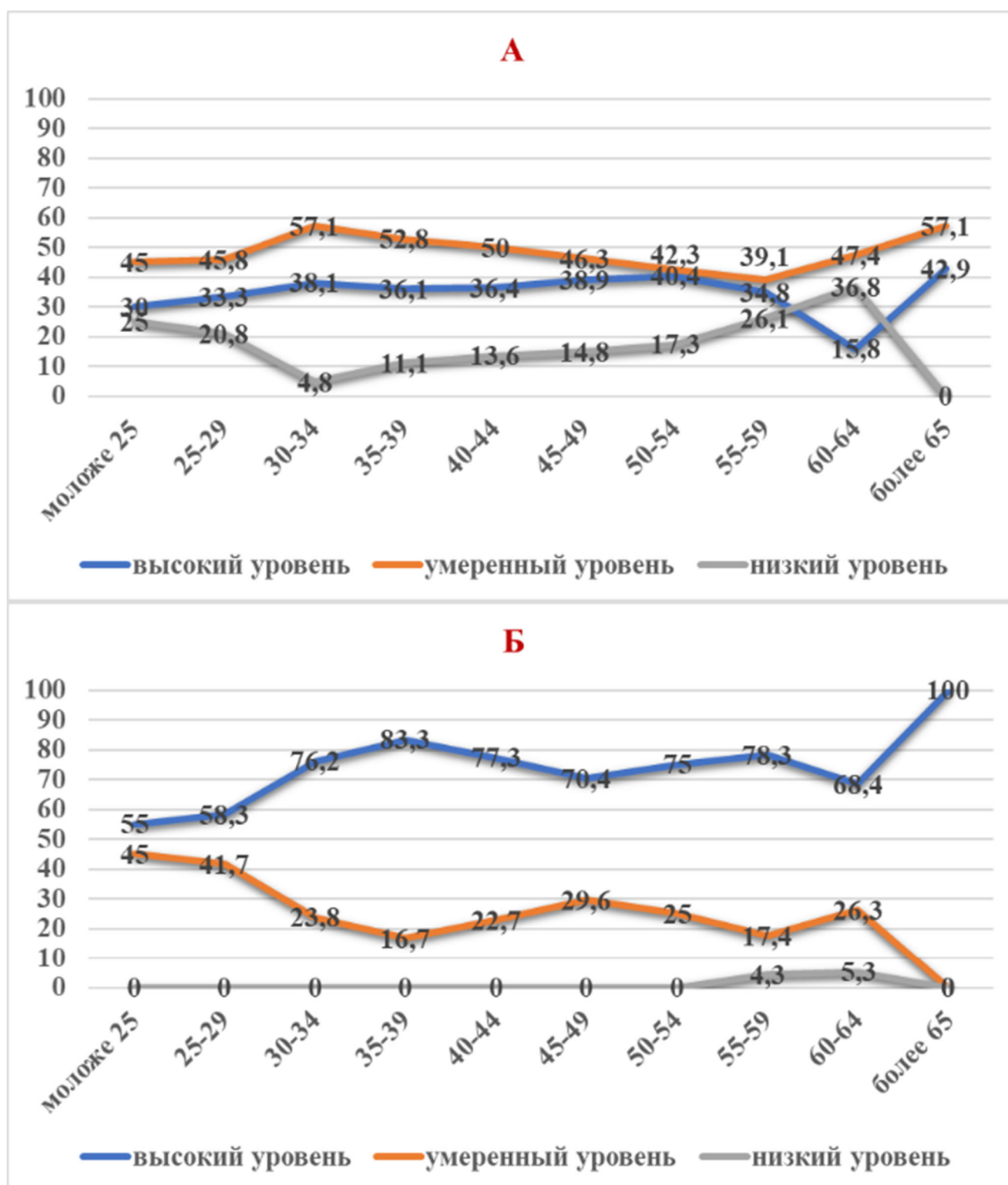


Рис. 1. Возраст и тревожность (А - ситуативная; Б - личностная)

Анализ динамики в процессе преподавательской деятельности показал следующее. С увеличением рабочего стажа наблюдается рост доли лиц с высоким уровнем ситуативной тревожности, от 31,3 до 56,8%, что, естественно, сопровождается уменьшением доли лиц, имеющих умеренный (от 53 до 35,1%) и низкий (от 15,6 до 8,7%) уровни (рис. 2А). Аналогичная направленность выявлена и в отношении личностной тревожности: увеличение высокого уровня, от 68,8 до 89,3%, на фоне двухкратного (с 31,3 до 16,2%) уменьшения доли лиц с умеренным уровнем (рис. 2Б).

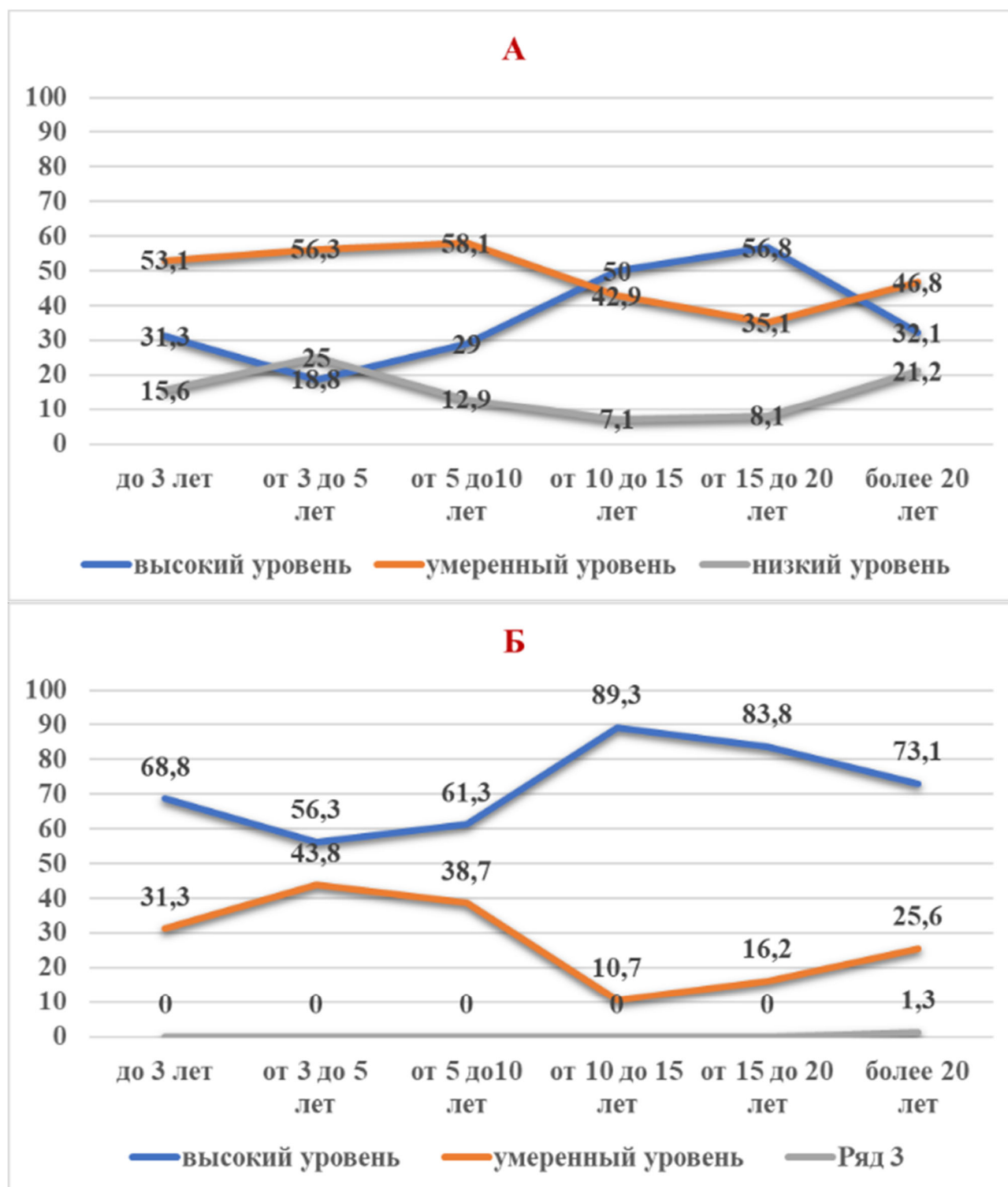


Рис. 2. Стаж и тревожность (А - ситуативная; Б - личностная)

Изучение проблем здоровья, различных его характеристик невозможно без акцентирования на соотношении объективного и субъективного. Субъективное здоровье — самооценка своего состояния и мера здоровья — категория, которая зарекомендовала себя в исследованиях. Данный показатель

широко используют самые разные дисциплины в контексте изучения качества жизни и здоровья. Оценка субъективного состояния учителей проведена с использованием анкетирования. Статистическую значимость различий оценивали с помощью критерий согласия Пирсона (хи-квадрат).

Большая часть учителей с умеренным (61,5%) и высоким (53,8%) уровнями ситуативной тревожности утверждает, что утомление в течение рабочей смены наступает лишь в конце рабочего дня ($p < 0,001$), незначительная часть (6,8% с умеренным и 0,9% с высоким уровнем тревожности) бодр в течение всего дня ($p < 0,001$). К сожалению, треть имеющих умеренный (26,4%) и высокий (37,7%) уровни тревожности отмечают наступление утомления в середине дня ($p < 0,001$), имеются даже те, кто уже в начале дня «устал» (5,4%; 7,5%; $p < 0,001$). При этом исследуемые акцентируют внимание не на физическом, а умственном характере утомления (72,3%; 58,9%; $p < 0,025$). Данные личностной тревожности аналогичны.

Имеющие умеренный и высокий уровень ситуативной тревожности отмечают, что конфликтные ситуации на работе с учениками/родителями происходят редко (соответственно 64,6 и 71%, $p < 0,001$), не конфликтует каждый третий, 32,7%, с умеренным и каждый шестой, 18,7%, с высоким ($p < 0,001$) уровнями. Регулярные конфликты характерны для незначительной части - 2,7% с умеренным и 10,3% с высоким уровнем ($p < 0,001$).

Отрадно, что большинство учителей, находящихся в состоянии тревоги (79,2% высокой степени и 67,3% умеренной степени выраженности) удовлетворены своей работой ($p < 0,001$). Однако треть (соответственно 32,7 и 20,9%) отмечают неудовлетворенность работой ($p < 0,001$).

Интересный ответ (с позиции соотношения объективной и субъективной оценки) мы получили на вопрос: как часто вы замечаете, что находитесь в состоянии тревоги? Учителя с умеренным (79,1%) и высоким уровнем тревоги (57%) утверждают, что редко ($p < 0,0001$). Постоянно ощущают тревогу 16,9% учителей с умеренным уровнем и 40,2% с высоким ($p < 0,0001$). Незначительная часть никогда не испытывают тревогу - 4,1% с умеренным и 2,8% с высоким уровнем ($p < 0,0001$).

Таблица 4

Характеристика профессионального выгорания
(АВ-абсолютные величины; %)

Уровень проявления	Эмоц. истощение		Деперсонализация		Проф. успешность		Проф. выгорание	
	ав	%	ав	%	ав	%	ав	%
низкий уровень	14	9,3	2	1,3	39	25,8	36	23,8
средний уровень	45	29,8	26	17,2	69	45,7	39	25,8
высокий уровень	54	35,8	34	22,5	35	23,2	71	47
очень высокий уровень	38	25,2	89	58,9	8	5,3	5	3,3

Представленные в таблице 4 данные свидетельствуют не только о распространенности профессионального выгорания, но и высокой степени его выраженности. «Сгореть» на работе очень актуально для человека современного общества, особенно для того, кто по роду своей деятельности осуществляет многочисленные и интенсивные контакты с другими людьми (в том числе учителя). В нашем исследовании почти у двух третей педагогов выявлен высокий и крайне высокий уровень эмоционального выгорания. Деперсонализация проявляется в деформации отношений с другими людьми: повышении зависимости от других, повышении негативизма, циничности установок и чувств по отношению к реципиентам, повышении негативизма по отношению к людям. Негативные реакции проявляются по-разному: нежелание общаться, склонность унижать, игнорировать просьбы.

Обращает на себя внимание то, что в структуре синдрома «психического выгорания» немаловажное место занимает такой компонент, как «редукция личных достижений», проявляющийся в осознании своей профессиональной неуспешности, обесценивании своих профессиональных достижений, снижении самооценки и самоуважения [11]. Профессионально-педагогическая успешность учителя – это такое выполнение профессиональной деятельности, которое сопровождается позитивным педагогическим результатом, глубоким знанием предметов этой деятельности, соответствием содержания конкретных профессиональных действий результатам труда.

Естественно, интерес представляло изучение развития профессионального выгорания в процессе педагогической деятельности, изучение зависимости от продолжительности деятельности, т.е. стажа и возрастных особенностей (табл. 5, рис. 3).

Таблица 5

Стаж работы и профессиональное выгорание

(АВ-абсолютные величины; %)

(ЭИ - эмоциональное истощение; Д - деперсонализация; ПУ - профессиональная успешность; ПВ - профессиональное выгорание; АВ - абсолютные величины; %)

Уровень проявления		до 3 лет		3-5 лет		5-10 лет		10-15 лет		15-20 лет		более 20 лет	
		АВ	%	АВ	%	АВ	%	АВ	%	АВ	%	АВ	%
очень высокий уровень	эи	6	18,8	2	12,5	8	25,8	9	32,1	9	24,3	38	24,4
	д	10	31,3	6	37,5	22	71,0	21	75,0	21	56,8	88	56,4
	пу	3	9,4	0	0,0	2	6,5	0	0,0	2	5,4	8	5,1
	пв	17	53,1	7	43,8	6	19,4	4	14,3	10	27,0	39	25,0
высокий уровень	эи	9	28,1	7	43,8	13	41,9	9	32,1	10	27,0	50	32,1
	д	9	28,1	2	12,5	3	9,7	6	21,4	7	18,9	37	23,7
	пу	2	6,3	4	25,0	6	19,1	4	14,3	9	24,3	32	20,5
	пв	6	18,8	5	31,3	16	51,6	16	57,1	21	56,8	66	42,3
средний уровень	эи	13	40,6	4	25,0	6	19,4	8	28,6	14	37,8	49	31,4
	д	13	40,6	8	50,0	6	19,4	1	3,6	9	24,3	29	18,6
	пу	12	37,5	6	37,5	14	45,2	16	57,1	16	43,2	71	45,5
	пв	7	21,9	4	25,0	8	25,8	8	28,6	6	16,2	45	28,8
низкий уровень	эи	4	12,5	3	18,8	4	12,9	2	7,1	4	10,8	19	12,2
	д	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,3
	пу	15	46,9	6	37,5	9	29,0	8	28,6	10	27,0	45	28,8
	пв	2	6,3	0	0,0	1	3,2	0	0,0	0	0,0	6	3,8

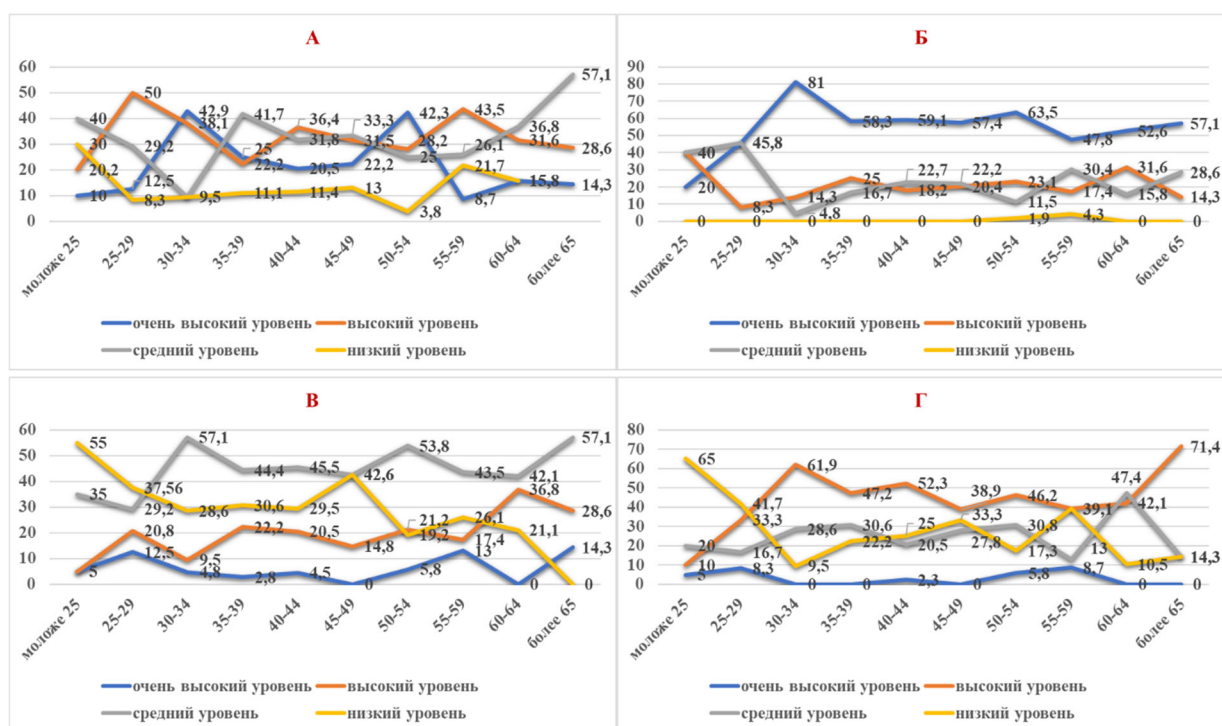


Рис. 3. Составляющие профессионального выгорания в разных возрастных группах (АВ - абсолютные величины; %) (А - эмоциональное истощение; Б - деперсонализация; В - профессиональная успешность; Г - профессиональное выгорание)

Формирование профессионального выгорания, степень его выраженности повышается в молодом возрасте, достигая максимума к 35 годам, в последующие годы распространенность сохраняется приблизительно на одном, довольно высоком, уровне (у 40-50%) с четким повышением у лиц пенсионного возраста. Полученные данные не позволяют с полной уверенностью выделить периоды т.н. кризисов, что отмечается рядом исследователей. Например, Терещенко Л.А. отмечает кризис 30 лет, который психологи часто называют «проблемой смысла жизни», в котором происходит переоценка ценностей и часто карьерные достижения в этом возрасте теряют смысл [12].

В динамике развития эмоционального истощения обращает на себя внимание наличие двух пиков – 30-34 и 50-54 года. Эмоциональному истощению подвержены чаще всего люди старше 35–40 лет. К этому времени, с одной стороны, накоплен достаточный педагогический опыт, а с другой, заметно снижается энтузиазм в работе, пропадает «блеск в глазах», нарастает усталость. Бывают ситуации, когда талантливый педагог становится

профнепригодным по этой причине. Иногда такие люди уходят из школы, меняют профессию и всю оставшуюся жизнь скучают по общению с детьми.

Одним из важнейших факторов риска в плане появления эмоционального выгорания педагогов можно назвать сниженное чувство собственного достоинства и, как следствие, трудоголизм, высокая мотивация успеха вплоть до перфекционизма, стремление все и всегда делать лучше всех, безукоризненно. Любое снижение результатов труда может вызвать совершенно непредвиденную, неадекватную реакцию. Склонность к интроверсии, направленность интересов на свой внутренний мир также способствуют развитию у педагога эмоционального выгорания. Отрицательно влияет на педагогов и работа в условиях дефицита времени (что объяснимо с позиции высоких требований к образованию и современному ритму жизни). Желание все сделать безукоризненно и недостаток времени несовместимы. Это приводит не только к эмоциональной, но и к физической перегрузке и, как правило, к появлению психосоматических заболеваний.

Под влиянием профессиональных рисков у педагогов возникают деструктивные изменения личности, называемые «профессиональными деформациями». В психологии труда профессиональная деформация определяется как «всякое изменение, вызванное профессией, наступающее в организме и носящий стойкий характер» [13].

Исследования профессионального выгорания убедительно свидетельствуют о негативной взаимосвязи между ним и PsyCap. Концепция психологического капитала (PsyCap) – это новый подход, в рамках которого оценивается общее ресурсное состояние сотрудников и эффективность деятельности. За относительно короткий период существования данная концепция показала позитивные результаты [14].

Таблица 6

Профессиональное выгорание и тревожность

(АВ-абсолютные величины; %)

Профессиональное выгорание	Личностная тревожность				Ситуативная тревожность					
	умеренный уровень		высокий уровень		низкий уровень		умеренный уровень		высокий уровень	
	АВ	%	АВ	%	АВ	%	АВ	%	АВ	%
низкая степень	40	50	43	19,5	25	55,6	43	29,1	15	14
средняя степень	14	17,5	64	29,1	9	20	44	29,7	25	23,4
высокая степень + крайне высокая	26	32,5	113	51,4	11	24,4	61	41,2	67	62,6

Одной из задач нашего исследования было выявление роли тревожности в развитии профессионального выгорания, сопоставление уровня личностной и ситуативной тревожности и выраженности синдрома эмоционального выгорания. Данные анализа представлены в таблице 6. Результаты исследования позволяют говорить о том, что у большинства, более половины, учителей, имеющих высокий уровень ситуативной и личностной тревожности, выявлена и высокая степень выгорания. По результатам полученных данных, мы можем предполагать взаимосвязь между уровнем тревожности у педагогов и выраженностью синдрома эмоционального выгорания (чем выше уровень тревожности, тем более выражен данный синдром). Для определения статистической значимости предполагаемых взаимосвязей был проведен корреляционный анализ Пирсона, который выявил достоверную ($p < 0,0001$) прямую корреляционную связь средней степени ($r = 0,3$) между выраженностью синдрома эмоционального выгорания и уровнем ситуативной и личностной тревожности. Чем сильнее у профессионала выражена ситуативная и личностная тревожность, тем в большей степени сформирован синдром эмоционального выгорания. Повышенный уровень ситуативной и личностной тревожности способствует развитию эмоционального выгорания, лица с высоким уровнем тревожности составляют группу риска развития синдрома профессионального выгорания.

Образовательная среда отличается высокой эмоциональной загруженностью, вызываемой наличием большого числа стрессогенных факторов, что не может не сказаться на состоянии психического здоровья педагогов. Педагогическая деятельность насыщена разного рода напряженными ситуациями и различными факторами, связанными с возможностью повышенного эмоционального реагирования. По степени напряженности нагрузка учителя в среднем больше, чем у других профессионалов, непосредственно работающих с людьми. Неслучайно в системе гигиенических координат [15] педагогическая деятельность по степени напряженности относится к классу 3.2 - напряженный труд второй степени. Большинство исследователей сходятся во мнении, что причины напряженности педагогической деятельности обусловлены объективными и субъективными факторами.

В настоящее время существует интерес к внедрению новых, в том числе и информационных, технологий в учебный процесс из-за многочисленных преимуществ. Однако реальность показывает, что это может сопровождаться негативными последствиями. В ряде исследований было отмечено, что проблема стресса и тревожности педагога, связанная с образовательными технологиями, с течением времени растет экспоненциально [16].

Одним из элементов анкетирования было задание о ранжировании факторов риска для здоровья. Анализ результатов выявил следующую, наиболее частую ранговую структуру факторов:

- первое место (54,7%) - высокая ответственность, чрезмерная трудовая нагрузка, утомляемость вследствие трудовой перегрузки, высокий объем работы при дефиците рабочего времени;
- второе место (49%) - несоблюдение режима отдыха, недосыпание, перенос профессиональной деятельности домой;
- третье место (35,6%) - сложный контингент участников образовательного процесса, трудоголизм;
- четвертое место (36,7%) - склонность к внутренним переживаниям, трудоголизм;
- пятое место (30%) - неудовлетворенность своей профессиональной деятельностью, неблагоприятный социально-психологический климат в школе, недостаток социально-психологической поддержки со стороны коллег и начальства.

Как следует из представленного анализа данных анкетного скрининга, первые места учителя отдают факторам, связанным с профессией, составляющим специфику педагогической деятельности. При этом не отрицают роль индивидуальных характеристик. Эти факторы, как указывалось выше, и обуславливают профессиональное эмоциональное выгорание. Причем, являясь угрозой для психического здоровья, они же выступают в качестве предикта развития нарушений соматического здоровья. По данным исследования, проведенного в Техасе среди 2542 учителей, выявлено, что высокий уровень стресса связан с увеличением частоты дней болезни ($p < 0,01$) [17]. Описаны нарушения питания у женщин-педагогов с синдромом профессионального выгорания [18]. Увеличение потребления жиров и углеводов в комплексе с другими факторами образа жизни чревато риском развития ожирения, которое и так весьма распространено. В нашем исследовании у половины учителей (55,7%) зафиксировано увеличение массы тела.

Хронический психологический стресс является триггером активизации функциональной активности ЦНС, что приводит сначала к изменению метаболизма в организме, а затем, за счет антиципации — к накоплению энергоносителей в виде липидов, которые депонируются в адипоцитах. В свою очередь, это сначала приводит к увеличению веса, а затем развитию алиментарного ожирения [19].

Перечень факторов риска развития эмоционального истощения включает в себя высокие требования к работе на фоне несоответствующих современным требованиям условий труда, отсутствие поддержки и удовлетворенности от работы, сложности повышения квалификации, особенности современных школьников [20].

Нельзя не отметить, что полученные нами результаты субъективной оценки факторов риска для профессионального здоровья не противоречат имеющимся в литературе. Так, большая часть педагогов (78%) считает, что их профессия ухудшает здоровье, а среди факторов, способствующих ухудшению, 80% педагогов называют интенсификацию учебного процесса, недостаток двигательной активности, стрессогенные технологии оценивания знаний учащихся, несоответствие методик обучения их возможностям [21].

Заключение. Таким образом, проведенные исследования подтверждают предположение о значимых проблемах психического здоровья работников сферы среднего образования. С целью сохранения здоровья учителей (заметим

значимость этого для решения общенациональных проблем страны) необходима профилактическая работа, реализуемая как на государственном, так и на индивидуальном уровне, а также внутри образовательного учреждения.

Список литературы:

1. Башкирева Т.В., Башкирева А.В. Портрет психического здоровья женщин-педагогов как субъектов профессиональной деятельности. В сборнике: Проблемы развития личности в условиях глобализации: психолого-педагогические аспекты. II Международная научно-практическая конференция. Ереван. 2020. 64-69
2. Корлякова С.Г., Францева Е.Н. Психологическое здоровье педагогов в условиях профессиональных рисков современной образовательной среды. Проблемы современного педагогического образования. 2020; 68-2: 425-428
3. Ramberg J., Sara Brolin S.L., Åkerstedt T., Modin B. Teacher Stress and Students' School Well-being: the Case of Upper Secondary Schools in Stockholm. Scandinavian Journal of Educational Research. 2020; 64(6): 816-830 <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1623308>
4. Звенигородская М. А. Тревожность в современном обществе: определение, значение и влияние данного феномена на поведение людей. Молодой ученый. 2020; 4(294): 256-258
5. Бартош Т.П., Бартош О.П. Проявление синдрома эмоционального выгорания у педагогов в разные периоды учебного года. Журнал гигиена и санитария. 2019; 98(4): 411-417. <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-4-411-417>
6. Отставнова Ю.Ю., Тутынин С.В., Волкова Л.И. Синдром эмоционального выгорания и психоэмоциональных нарушений у учителей средней школы. Уральский медицинский журнал. 2019; 13(181): 73-75
7. Писаревская М.А. Эмоциональное выгорание педагога и его психологическое благополучие. Мир науки. Педагогика и психология. 2019; 7(4):20
8. Таланцева В.К., Волкова Т.И., Алтынова Н.В. Состояние профессионального здоровья у работников педагогической сферы. В сборнике: Физическая культура и спорт в высших учебных заведениях: актуальные вопросы теории и практики. Сборник статей по материалам национальной научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования кафедры физического воспитания Кубанского ГАУ. Краснодар. 2020.

9. Багнетова Е.А. Здоровье педагога в условиях современной образовательной среды. В сборнике: Совершенствование системы физического воспитания, спортивной тренировки, туризма и оздоровления различных категорий населения. Сборник материалов XVII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под ред. С.И. Логинова, Ж.И. Бушевой. 2018. 313-317
10. Lindqvist H., Weurlander M., Wernerson A., Thornberg R. Talk of Teacher Burnout among Student Teachers. *Scandinavian Journal of Educational Research*. 2020: 1-13 <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1816576>
11. Ожогова Е.Г. Психологические аспекты профессионального здоровья молодых педагогов. Проблемы современного педагогического образования. 2018;60(4): 452-457
12. Терещенко Л.А. Проблема сохранения психического здоровья педагогов - синдром эмоционального выгорания. В сборнике: International scientific-practical congress of pedagogues, psychologists and medics. European Association of pedagogues and psychologists "Science". 2016. 133-137
13. Корлякова С.Г., Францева Е.Н. Психологическое здоровье педагогов в условиях профессиональных рисков современной образовательной среды. Проблемы современного педагогического образования. 2020; 68(2): 425-428
14. Carlos F., Ferradas M., Garcia-Bertoa A. Psychological Capital and Burnout in Teachers: The Mediating Role of Flourishing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(22): 8403 <https://doi.org/10.3390/ijerph17228403>
15. "Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда". Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005
16. [Fernández-Batanero J-M., Román-Graván P., Reyes-Rebollo M-M, Montenegro-Rueda M. Impact of Educational Technology on Teacher Stress and Anxiety: A Literature Review. *Public Health*. 2021; 18(2): 548 <https://doi.org/10.3390/ijerph18020548>
17. Howard J., Howard K. The effect of perceived stress on absenteeism and presenteeism in public school teachers. *Journal of Workplace Behavioral Health*. 2020; 35(2): 100-116 <https://doi.org/10.1080/15555240.2020.1724794>

18. Котова М.Б., Розанов В.Б., Иванова Е.И. Влияние профессионального выгорания на поведение в отношении здоровья педагогов общеобразовательных школ г. Москвы. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2018; 17(S):9b-10a
19. Салехова М.П., Гулов М.К., Абдуллоев С.М., Корабельников А.И. Психологический стресс как патогенетический триггер развития алиментарного ожирения. Вестник Новгородского государственного университета. 2021; 1(122): 58-61 [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.1\(122\).58-61](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.1(122).58-61)
20. Harmsen R., Helms-Lorenz M., Maulana R., Veen C. The relationship between causes of stress in aspiring teachers, stress responses, teaching behavior, and wasting. *Teachers and Teaching*. 2018; 24(6): 626-643 <https://doi.org/10.1080/13540602.2018.1465404>
21. Терещенко Г.Ф. Устойчивость к стрессу как показатель профессионального здоровья педагога. Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. 2018; 17(2-36): 89-94

Reference:

1. Bashkireva T.V.1, Bashkireva A.V. Portrait of Mental Health of Women-Teachers As Subjects of Occupational Activity. The compilation is published based on the proceedings of the II International Scientific and Practical Conference: "Problems of personality development in the context of globalization: psychological and pedagogical aspects". Yerevan. 2020. 64-69 (in Russian)
2. Korlyakova S.G., Franzeva E.N. Psychological health of teachers in conditions of occupational risks of modern educational environment. *Problems of modern pedagogical education*. 2020; 68(2): 425-428 (in Russian)
3. Ramberg J., Sara Brolin S.L., Åkerstedt T., Modin B. Teachers' Stress and Students' School Well-being: the Case of Upper Secondary Schools in Stockholm. *Scandinavian Journal of Educational Research*. 2020; 64(6): 816-830 <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1623308>
4. Zvenigorodskaya M. A. Anxiety in modern society: definition, meaning and influence of this phenomenon on human behavior. *Young scholars*. 2020; 4(294): 256-258 (in Russian)
5. Bartosh T.P., Bartosh O.P. Manifestation of the Syndrome of Emotional Burnout in Teachers in Different Periods of the Educational Year. *Gigiena i Sanitarija*.

- 2019; 98(4): 411-417 (In Russian)<http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-4-411-417>
6. Otstavnova Y.Y., Tutynin S.V., Volkova L.I. Syndrome of emotional burnout and psychoemotional disorders in school teachers. *Ural Medical Journal*. 2019; 13(181): 73-75 (in Russian)
 7. Pisarevskaya M.A. Teacher's emotional burnout and psychological wellbeing. *World of Science. Pedagogy and psychology*. 2019; 7(4): 20
Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/35PDMN419.pdf> (in Russian)
 8. Talantseva V.K., Volkova T.I., Altynova N.V. The state of occupational health among employees of the pedagogical sphere. V sbornike: Fizicheskaja kul'tura i sport v vysshihuchebnyh zavedenijah: aktual'nyevoprosytseorii i praktiki. sbornik statej po material amnacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 70-letiju obrazovaniya kafedry fizicheskogo vospitaniya Kubanskogo GAU. Krasnodar. 2020; 646-653(in Russian)
 9. Bagnetova E.A. Educator's health in the current educational environment. V sbornike: Covershenstvovanie sistemy fizicheskogo vospitaniya, sportivnoj trenirovki, turizma i ozdorovlenija razlichnyh kategori jnaselenija. Sbornik materialov XVII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Pod red. S.I. Loginova, Zh.I. Bushevoj. 2018; 313-317 (in Russian)
 10. Lindqvist H., Weurlander M., Wernerson A., Thornberg R. Talk of Teacher Burnout among Student Teachers. *Scandinavian Journal of Educational Research*. 2020: 1-13 <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1816576>
 11. Ozhogova E.G. Psychological aspects of the professional health of young teachers. *Problems of modern pedagogical education*. 2018;60(4): 452-457(in Russian)
 12. Tereshhenko G.F. A Problem of Maintenance of Psychological Health of Teachers - Syndrome of Emotional Burning. *Psychological-Pedagogical Journal Gaudeamus*. 2018; 17(2-36): 89-94(in Russian)
 13. Korlyakova S.G., Franzeva E.N. Psychological Health of Teachers In Conditions of Professional Risks of Modern Educational Environment. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*. 2020; 68-2: 425-428
 14. Carlos F., Ferradas M., Garcia-Bertoa A. Psychological Capital and Burnout in Teachers: The Mediating Role of Flourishing. *International Journal of*

- Environmental Research and Public Health. 2020; 17(22): 8403 <https://doi.org/10.3390/ijerph17228403>
15. "R 2.2.2006-05. 2.2. Gigenatruda. Rukovodstvo, po gigenicheskoy otsenke, faktor ovrabochey sredy i trudovogoprotsessa. Kriterii i klassifikatsiya usloviy truda". Utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 29.07.2005
 16. Fernández-Batanero J-M., Román-Graván P., Reyes-Rebollo M-M, Montenegro-Rueda M. Impact of Educational Technology on Teachers' Stress and Anxiety: A Literature Review. Public Health. 2021; 18(2): 548 <https://doi.org/10.3390/ijerph18020548>
 17. Howard J., Howard K. The effect of perceived stress on absenteeism and presenteeism in public school teachers. Journal of Workplace Behavioral Health. 2020; 35(2): 100-116 <https://doi.org/10.1080/15555240.2020.1724794>
 18. Kotova M.B., Rozanov V.B., Ivanova E.I. The impact of occupational burnout on health behavior of teachers of secondary schools in Moscow. Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. 2018; 17(S):9b-10a
 19. Salekhova M.P., Gulov M.K., Abdulloev S.M., Korabelnikov A.I. Pathogenetic Significance of Psychological Stress in The Development of Alimentary Obesity. 2021; 1(122): 58-61] [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.1\(122\).58-61](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.1(122).58-61)
 20. Harmsen R., Helms-Lorenz M., Maulana R., Veen C. The relationship between causes of stress in aspiring teachers, stress responses, teaching behavior, and wasting. Teachers and Teaching. 2018; 24(6): 626-643 <https://doi.org/10.1080/13540602.2018.1465404>
 21. Tereshchenko G.F. Resistance to stress as an indicator of a teacher's occupational health. Psikhologo-pedagogicheskiy zhurnal Gaudeamus. 2018; 17(2-36): 89-94.

Поступила/Received: 20.10.2021

Принята в печать/Accepted: 19.11.2021

УДК 611.7+611.83:616-084:622.323

ЗНАЧИМОСТЬ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У РАБОТНИКОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Гимранова Г.Г.^{1,2}, Галлямова С.А.¹, Бакиров А.Б.^{1,2}, Шайхлисламова Э.Р.^{1,2}, Бейгул Н.А.¹, Волгарева А.Д.¹, Масягутова Л.М.^{1,2}, Абдрахманова Е.Р.^{2,1}

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

²ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Россия

Объект исследования – работники нефтедобывающего производства по профессии: бурильщик, оператор по добыче нефти и газа.

Использованные методы и подходы. Проведены гигиенические исследования вредных производственных факторов с оценкой классов условий труда нефтяников по степени тяжести трудового процесса. Для определения патологических процессов функционального состояния периферической нервной системы проанализированы показатели стимуляционной электронейромиографии (СЭНМГ) у бурильщиков и группы сравнения – операторов по добыче нефти и газа.

Цель – оценка информативности СЭНМГ для ранней диагностики заболеваний костно-мышечной и периферической нервной системы у работников нефтедобывающих производств.

Основные результаты. Воздействие физического перенапряжения на организм бурильщиков приводит к развитию патологических нарушений в скелетно-мышечной системе, с преимущественной локализацией в пояснично-крестцовой области. В соответствии с тяжестью трудового процесса установлена связь интенсивности отдельных показателей СЭНМГ у бурильщиков: фазное изменение электрофизиологических параметров - снижение скорости распространения возбуждения (СРВ) по сенсорным волокнам, изменение формы сенсорного неврального ответа и в дальнейшем снижение СРВ по двигательным волокнам, разрушение формы М-ответа до полного его распада. Нарастание количества блоков проведения поздних феноменов F-волны и Н-рефлекса у стажированных бурильщиков свидетельствует о поражении корешков спинномозговых нервов L5, S1.

Ввиду высокой информативности СЭНМГ целесообразно использование данной методики для диагностики профессиональных, профессионально-обусловленных заболеваний костно-мышечной и периферической нервной системы у нефтяников.

Ключевые слова: нефтедобывающая промышленность, вредные производственные факторы, заболевания костно-мышечной и периферической нервной системы, стимуляционная электронейромиография, диагностика.

Для цитирования: Гимранова Г.Г., Галлямова С.А., Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р., Бейгул Н.А., Волгарева А.Д., Масыгутова Л.М., Абдрахманова Е.Р. Значимость электромиографических показателей при ранней диагностике заболеваний костно-мышечной и периферической нервной системы у работников нефтедобывающих предприятий. Медицина труда и экология человека. 2021;4:129-144

Для корреспонденции: Гимранова Галина Ганиновна, главный научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», доктор медицинских наук, доцент. E-mail: gala.gim@mail.ru. Gimranova G.G. <https://orcid.org/0000-0002-8476-1223>

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10408>

THE SIGNIFICANCE OF ELECTROMYOGRAPHIC INDICATORS IN EARLY DIAGNOSIS OF DISEASES OF THE MUSCULAR-SKELETAL AND PERIPHERAL NERVOUS SYSTEMS IN OIL EXTRACTION WORKERS

Gimranova G.G.^{1,2}, Gallyamova S.A.¹, Bakirov A.B.^{1,2}, Shaikhliislamova E.R.^{1,2}, Beigul N.A.¹, Volgareva A.D.¹, Masyagutova L.M.^{1,2}, Abdrakhmanova E.R.^{2,1}

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

²Bashkirian State Medical University, Ufa, Russia

Object of the study. Oil extraction workers: drillers, oil and gas extraction operators.

Methods and approaches used. Hygienic studies of harmful occupational factors were carried out with an assessment of classes of working conditions for oil workers according to the severity of the work process. To determine the pathological processes of the functional state of the peripheral nervous system, the indicators of stimulation electroneuromyography (SENMG) were analyzed in drillers and a comparison group - oil and gas extraction operators.

The aim is to assess the informativeness of stimulation electroneuromyography for the early diagnosis of diseases of the musculoskeletal and peripheral nervous systems in oil workers.

Main results. The impact of physical overstrain on the drillers' body leads to the development of pathological disorders in the musculoskeletal system, with predominant localization in the lumbosacral region. In accordance with the severity of the work process, a relationship was established between the intensity of individual SENMG indicators for drillers: phase change in electrophysiological parameters - decrease in SRV along sensory fibers, change in the form of sensory neural response and further decrease in SRV in motor fibers, destruction of the M-response form until its complete disintegration. An increase in the number of blocks of late F-wave and H-reflex conduction in trained drillers indicates damage to the roots of the spinal nerves L5, S1. In view of the high information content of SENMG, it is advisable to use this technique for the diagnosis of professional, occupation-related diseases of the musculoskeletal and peripheral nervous system in oil workers.

Keywords: oil extraction industry, harmful occupational factors, diseases of the musculoskeletal and peripheral nervous systems, stimulation electroneuromyography, diagnostics.

Citation: Gimranova G.G., Gallyamova S.A., Bakirov A.B., Shaikhislamova E.R., Beigul N.A., Volgareva A.D., Masyagutova L.M., Abdrakhmanova E.R. The significance of electromyographic indicators in early diagnosis of diseases of the muscular-skeletal and peripheral nervous systems in oil extraction workers. *Occupational health and human ecology.* 2021;4:129-144

Correspondence: Galina G. Gimranova, Chief Researcher, Department of Occupational Health "Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Dc.Sc. (Medicine), Associate professor. e-mail: gala.gim@mail.ru.

Financing. The study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10408>

Сохранение здоровья работающего населения является одним из факторов экономического развития Российской Федерации. Решение задач по сохранению здоровья и трудоспособности работающих во многом определяет уровень социальной защищенности работников. Медико-социальное обоснование системы охраны здоровья работающих является одной из важных задач здравоохранения [1-4].

Одно из ведущих мест, составляющих основу экономики Республики Башкортостан, принадлежит нефтедобывающей промышленности [5]. Нефтедобыча характеризуется наличием вредных и опасных производственных факторов (шум, общая и локальная вибрация, контакт с нефтью и газами, физическое перенапряжение, неблагоприятные микроклиматические условия). Несмотря на автоматизацию производственных процессов при добыче нефти, доля работников основных профессий, связанных с повышенными физическими нагрузками на сенсомоторную систему (опорно-двигательную и периферическую нервную систему) еще достаточно высока [6-9].

Одним из значимых факторов риска возникновения спондилогенной патологии пояснично-крестцового уровня и периферической нервной системы у работающих являются различные виды физических перегрузок при непосредственном контакте работающих с действующими механизмами при выполнении ряда технологических операций [10-13], а также воздействие локальной и общей вибрации [14-18].

Исследования ряда авторов показали, что при изучении состояния здоровья работников нефтедобывающих производств установлен высокий удельный вес вертеброгенной патологии поясничного уровня [19-21].

Материалы и методы. Уровень вредного воздействия комплекса факторов производственной среды в нефтедобывающем производстве определяли гигиеническими методами в соответствии с нормативно-методическими документами. Классы условий труда нефтяников по степени тяжести трудового процесса оценивали согласно Р 2.2.2006-05.

При проведении стимуляционной электронейромиографии проанализированы электрофизиологические показатели нервно-мышечной системы у 70 рабочих нефтедобывающего предприятия (бурильщики эксплуатационного бурения скважин) в возрасте от 20 до 60 лет, со стажем работы от 5 до 30 лет. В качестве группы контроля обследована

профессиональная группа операторов добычи нефти и газа (ДНГ) той же возрастной и стажевой категории (30 человек).

Стимуляционное электрофизиологическое исследование для определения патологических процессов функционального состояния периферической нервной системы выполнено на программно-аппаратном комплексе «Нейрософт» (Нейро-МВП–8). Проанализированы по общеустановленным методам [22-24] следующие параметры: амплитудные, скоростные характеристики по волокнам двигательных и чувствительных периферических нервов рук и ног 14 (1,64%) (моторный М-ответ, сенсорный невральный ответ, скорость распространения возбуждения, резидуальная латентность), а также поздние феномены Н-рефлекса, F-волны для изучения проведения импульсов по корешкам спинномозговых нервов.

Результаты. Комплекс вредных производственных факторов и трудового процесса у нефтяников включает шум, вибрацию (общую, локальную), воздействие на организм работника химических соединений, тяжесть, напряженность труда, неблагоприятные микроклиматические условия.

Одними из значимых факторов профессионального риска у работников нефтедобывающего производства по показателям тяжести труда являются различные виды физических перегрузок: при подъеме и перемещении груза, при чередовании с другими видами работ, работа в неудобной, вынужденной рабочей позе и в позе стоя. Условия труда по тяжести трудового процесса бурильщиков отнесены к классу 3.2 (табл. 1).

Тяжесть трудового процесса у бурильщиков приводит к развитию боли с преимущественной локализацией в пояснично-крестцовой области. Распространенность поясничных болевых синдромов при физическом перенапряжении выявлена у бурильщиков в 24,8% случаев. Заболевания вертеброгенной патологии пояснично-крестцового уровня диагностированы у 19,4% бурильщиков достоверно чаще по сравнению с группой контроля (11,7%) ($p < 0,005$). Люмбалгии, пояснично-крестцовые радикулопатии выявлены соответственно у 16,9 и 11,3% бурильщиков. У операторов ДНГ люмбалгии (8,1%), пояснично-крестцовые радикулопатии (3,2%) диагностированы значительно реже ($p < 0,01$).

При проведении СЭНМГ выявлены 5 типов моторных и сенсорных ответов. Первый тип моторных М-ответов отмечался в 13,8% случаев у операторов по добыче нефти и газа с небольшим стажем работы до 10 лет и характеризовался достаточно высокой амплитудой в пределах нормальных

показателей и двухфазной волной (первым негативным пиком и вторым позитивным пиком).

Таблица 1

Оценка тяжести труда отдельных профессиональных групп нефтяников

Профессиональная группа нефтяников	Показатель тяжести труда					Итоговая оценка тяжести труда
	масса груза при подъеме и перемещении его с чередованием с другими видами работ, но не более 2 раз в час, кг	рабочая поза работника при выполнении его трудовых обязанностей, % от общего времени трудовой смены	наклоны корпуса (вынужденные, 30° и более), количество наклонов за трудовую смену	рабочие движения (стереотипные) при региональной нагрузке (при работе преимущественно с участием мышц плеч пояса и рук), количество движений за трудовую смену		
Бурильщик эксплуатационного бурения скважин	фактическое значение показателя	30-34	работа периодически в неудобной позе - 33-38, в вынужденной позе - 5-14, в позе стоя - 69-75	61-98	до 30 000	
	класс по показателю тяжести труда	3.1	3.1	2	3.1	3.2
Оператор ДНГ	фактическое значение показателя	3-5	работа периодически в неудобной позе – 11-23, в позе стоя – 51-59	66-92	до 20 000	
	класс по показателю тяжести труда	2	2	2	2	2

Второй тип ответов встречался в 20,8% случаев, преимущественно у операторов по добыче нефти и газа со стажем работы 15-20 лет, у бурильщиков со стажем 5-10 лет и отличался понижением амплитуды главным образом позитивного пика.

Третий тип ответов был представлен в 27,7% случаев у бурильщиков со стажем 10-15 лет, ему свойственно уплощение негативного пика и появление дополнительных изгибов на позитивном пике.

Четвертый тип М-ответов в 25,3% случаев выявлялся у бурильщиков (стаж работы 15-20 лет), его особенностью являлось наличие множества изгибов на негативном пике, при этом структура самого ответа была сохранена.

Пятый тип ответов в 12,4% случаев регистрировался у бурильщиков со стажем в профессии более 20 лет и характеризовался деструкцией формы М-ответа с выраженной полифазией, указывающей на развитие миелопатии двигательных нервов [4, 8, 15]. Аналогичные изменения были характерны для сенсорного неврального ответа, представленного первым (19%), третьим (60%) и пятым (21%) типами, начало разрушения структуры ответов отмечалось у более молодых рабочих в возрасте до 40 лет.

Ранние проявления деструкции и несоразмерность фаз М-ответов у бурильщиков по сравнению с операторами по добыче нефти и газа выявлены в 32% случаев в третьем типе и в 35% случаев в четвертом типе ответов. У более стажированных бурильщиков регистрировался пятый тип ответа при стимуляции малоберцового нерва. При раздражении сенсорного икроножного нерва в 12% случаев встречался первый тип ответа, чаще отмечалось повреждение его структуры на фоне пониженной амплитуды ответа.

Таким образом, в зависимости от характера условий труда и продолжительности влияния вредных производственных факторов были получены различные варианты миографических ответов у бурильщиков, преимущественно при исследовании нервов с нижних конечностей.

Статистическая обработка электромиографических показателей выявила достоверное падение амплитуд моторных М-ответов и сенсорных ответов при тестировании периферических нервов на верхних и нижних конечностях. Аналогично понижались скорости распространения возбуждения по волокнам двигательным и чувствительным, наряду с этим резидуальная латентность замедлялась.

Средние значения показателей СЭНМГ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Средние показателей СЭНМГ у нефтяников

Параметры	Тестируемые нервы (M±m)				
	Срединный	Локтевой	Малоберцовый	Тибиальный	Суральный
Амплитуда М-ответа, мВ	<u>7,35±0,41</u>	<u>6,48±0,19 *</u>	<u>3,6±0,32 *</u>	<u>4,02±0,73 *</u>	
	* 8,12±0,23	9,04±0,22	4,89±0,62	7,2±0,86	
СРВ моторная проксимальная, м/с	<u>57,8±1,92*</u>	<u>59,0±2,74 *</u>	<u>42,65±2,05 *</u>	<u>44,5±1,85</u>	
	65,9±1,45	67,2±1,43	48,5±2,08	49,6±1,32	
СРВ моторная дистальная, м/с	<u>55,2±1,72*</u>	<u>56,03±1,08</u>	<u>37,02±2,5 **</u>	<u>40,9±1,76 **</u>	
	60,1±0,53	* 61,0±0,48	56,2±2,8	54,7±1,63	
РЛ, м/с	<u>3,29±0,10</u>	<u>2,83±0,28 *</u>	<u>4,01±0,46 ***</u>	<u>3,52±0,28 *</u>	
	*** 2,54±0,08	2,55±0,52	3,11±0,09	2,8±0,81	
СРВ сенсорная проксимальная, м/с	<u>72,02±3,6</u>	<u>57,8±0,9</u>			
	<u>7</u> 76,8±2,02	63,8±2,02			
СРВ сенсорная дистальная, м/с	<u>54,46±2,0</u>	<u>44,76±2,02</u>			<u>28,4±1,90</u>
	<u>6 ***</u> 63,06±0,9 2	<u>***</u> 53,01±0,09			58,01±2,57
Амплитуда сенсорного ответа, мкВ	<u>6,21±0,67</u>	<u>8,17±0,46</u>			<u>1,18±0,25</u>
	*** 15,01±0,6 7	*** 16,43±1,12			*** 5,09±0,83

Амплитуда ответа, мкВ	F-		<u>311,7±12,3</u> **	<u>321,13±10,6</u> **	
			*	*	
Латентность ответа, м/с	F-		399,83±156,4	425,81±144,11	
			1		
Латентность рефлекса, м/с	H-		<u>51,8±0,54</u>	<u>51,5±0,31</u>	
			48,4±4,0	50,8±4,63	
				<u>38,34±0,37</u>	
				32,14±0,48	

Примечание: 1. В верхней строке приведены средние значения показателей бурильщиков, в нижней строке - средние значения показателей контрольной группы; 2. * - соответствует $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.

Анализ поздних феноменов у бурильщиков выявил, что амплитуда F-волн малоберцовых и большеберцовых (тибиальных) нервов была достоверно снижена ($p < 0,001$), средняя латентность F-волн в пределах нормы, но больше чем у операторов по добыче нефти и газа. Латентность H-рефлекса, полученного при стимуляции сенсорного большеберцового нерва, у нефтяников была выше показателей контрольной группы.

При раздражении малоберцовых и большеберцовых нервов у 75% обследованных нефтяников были выявлены блоки проведения F-волны различной степени выраженности. У стажированных бурильщиков регистрировались задержки проведения F-волны от 50% и выше, вплоть до полного его блока. Косвенные признаки поражения корешков спинномозговых нервов выявлялись на уровне сегментов L5-S1. H-рефлекс при тестировании тиббиальных нервов в 25% случаев не регистрировался у рабочих-нефтяников, испытывающих в течение длительного времени воздействие интенсивной физической нагрузки, что указывает на нарушение проведения нервного импульса на уровне корешка S1 спинномозговых нервов. При изучении состояния периферических нервов выявлена связь между интенсивностью ряда клинко-миографических показателей и тяжестью производственного процесса.

Распространенность парестезий достаточно часто была ограничена зоной типичной иннервации пораженного нерва, а болевой синдром на начальных стадиях заболевания не был постоянен, хотя снижение СРВ по чувствительным

волокнам нерва уже имелось. По мере отягощения процесса ощущения онемения становятся непрерывными и превышают зону иннервации нерва, болевой синдром при этом может быть выражен в большей степени. При СЭНМГ отмечалось постепенное, фазное изменение электрофизиологических показателей: сначала понижение СРВ по сенсорным волокнам и искажение формы сенсорного невральнoго ответа, в дальнейшем понижение СРВ по моторным волокнам, далее последовательное изменение формы М-ответа до полного его распада.

При выраженном снижении амплитуды невральнoх ответов прослеживается определенная взаимосвязь с выраженностью моторного дефицита. У стажированных рабочих с высокой долей физического труда отмечалось увеличение процента поражения корешков спинномозговых нервов L5, S1 в виде нарастания количества блоков проведения F-волны и Н-рефлекса.

Раннее выявление патологических изменений периферической нервной системы у нефтяников с помощью электромиографических исследований позволит выделить группы повышенного риска профессиональных и профессионально-обусловленных заболеваний и своевременно в полном объеме проводить комплекс профилактических мер.

Обсуждение. Длительное воздействие на организм бурильщиков физических перегрузок приводит к развитию нарушений в скелетно-мышечной системе, с преимущественной локализацией в пояснично-крестцовой области. Общая оценка тяжести трудового процесса бурильщиков соответствует классу 3.2.

Методом стимуляционной электронейромиографии выявлено 5 типов сенсорных и моторных ответов. Первый тип моторных М-ответов обладал двухфазной волной (первым негативным пиком и вторым позитивным пиком) и достаточно высокой амплитудой, соответствующей норме, отмечался у 13,8% операторов по добыче нефти и газа с небольшим стажем работы до 10 лет.

Второй тип ответов отличался понижением амплитуды позитивного пика и встречался в 20,8% случаев у бурильщиков со стажем работы 5-10 лет и операторов по добыче нефти и газа при стаже 15-20 лет.

Третий тип ответов регистрировался в виде уплощения негативного пика и появления дополнительных изгибов на позитивном пике у 27,7% бурильщиков при стаже работы от 10 до 15 лет.

Четвертый тип М-ответов в 25,3% случаев выявлялся у бурильщиков, стаж работы которых составлял 15-20 лет, и представлен наличием множества изгибов на негативном пике, при сохранении структуры самого ответа.

Пятый тип ответов характеризовался деформацией формы М-ответа с выраженной полифазией и регистрировался у 12,4% стажированных (более 20 лет) бурильщиков, эти изменения свидетельствовали о развитии миелопатии моторных нервов.

Сенсорные невральные ответы представлены первым (19%), третьим (60%) и пятым (21%) типами ответов.

При изучении состояния периферических нервов установлена связь между интенсивностью ряда клинико-миографических показателей и тяжестью производственного процесса. Распространенность парестезий в подавляющем большинстве наблюдений была ограничена зоной типичной иннервации пораженного нерва, а болевой синдром на начальных стадиях заболевания не был постоянен, хотя снижение СРВ по чувствительным волокнам нерва уже имелось. По мере утяжеления процесса парестезии становятся постоянными и превышают зону иннервации нерва, при этом болевой синдром выражен в большей степени.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования СЭНМГ выявили у бурильщиков фазное изменение электрофизиологических параметров: на начальной стадии снижение скорости распространения возбуждения по сенсорным волокнам и изменение формы сенсорного неврального ответа, затем понижение СРВ по двигательным волокнам и разрушение формы М-ответа до полного его распада.

Выраженность двигательной недостаточности зависит от степени снижения амплитуды моторных ответов. Нарастание количества блоков проведения поздних феноменов F-волны и Н-рефлекса у стажированных бурильщиков свидетельствовало о поражении корешков спинномозговых нервов L5, S1.

Ранняя диагностика неврологических проявлений спондилогенной патологии с помощью электромиографических исследований позволит своевременно выделить группы риска профессиональных и профессионально-обусловленных заболеваний, в полном объеме проводить комплексные профилактические мероприятия и сохранить трудоспособность нефтяников.

Список литературы:

1. Онищенко Г.Г., Ракитский В.Н., Синода В.А., Трухина Г.М., Луценко Л.А., Сухова А.В. Сохранение здоровья работников при внедрении здоровье- и ресурсосберегающей технологии. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2015; 6 (59): 4-8.
2. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Мишина А.Л., Ярушин С.В. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья. *Гигиена и санитария*. 2017; 12(96): 1125-1129.
3. Action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases in the WHO European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 2016.
4. Измеров Н.Ф., Прокопенко Л.В., Бухтияров И.В. Сохранение здоровья и трудового долголетия работников – основа инновационной социально ориентированной экономики России. *Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей: сборник статей. Т. II. М., Ярославль: Изд-во «Канцлер»; 2012: 430–433.*
5. Габитов Г.Х. Управление здоровьем, окружающей средой и безопасностью производства в ОАО АНК «Башнефть». В кн.: «Современные проблемы медицины труда: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию образования УФНИИ МТ и ЭЧ». Уфа; 2005: 52-58.
6. Гимранова Г.Г., Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Сакиев К.З., Бейгул Н.А., Отарбаева М.Б. и др. Априорная оценка риска факторов рабочей среды и трудового процесса у бурильщиков и их помощников, занятых в нефтедобывающей промышленности. *Гигиена труда и медицинская экология*. 2017; 1(54): 17-21.
7. Алексеенко В. Д., Симонова Н.Н., Зуева Т.Н. Влияние производственных факторов на состояние здоровья работников нефтедобычи при вахтовой организации труда в Заполярье. *Экология человека*. 2009; 6: 47-50.
8. Гимранова Г.Г., Шайхлисламова Э.Р., Бакиров А.Б., Волгарева А.Д., Каримова Л.К. Оценка соматического здоровья работников нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. *Медицина труда и экология человека*. 2019; 3: 5-14.
9. Алиева Р.Х.К., Халилова С.Л., Салихова Д.Я., Капцов В.Д., Каримова Л.К., Гимранова Г.Г. Профессиональный риск и нарушение здоровья

- работников, занятых при добыче нефти и его переработке в Азербайджане и Центральной России. Азербайджанский медицинский журнал. 2018; 1: 74-80.
10. Широков В.А., Гончаренко И.М., Потатурко А.В. Влияние профессиональных факторов риска на развитие поясничных болевых синдромов. Российский журнал боли. 2014; 1: 53-54.
 11. Амирова Т.Х., Губанов Р.А., Ахметов И.И., Егорова Э.С., Хисматова З.Ф., Фатхутдинова Л.М. Эпидемиология и факторы риска производственно обусловленных поясничных болей. Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2018; 1 (98): 4-12.
 12. Bovenzi M., Schust M., Mauro M. An overview of low back pain and occupational exposures to whole-body vibration and mechanical shocks. La Medicina del lavoro. 2017; Vol. 108 (6): 419-433.
 13. Duque Vera V.I.L.V., Zuluaga D., Pinilla A. Prevalencia de lumbalgia y factores de riesgo en enfermeros y auxiliares de la ciudad de Manizales. Promocion Salud. 2011; Vol. 16: 27-38.
 14. Вагапова Д.М., Галлямова С.А. Стимуляционная электронейромиография в диагностике вертеброгенной пояснично-крестцовой патологии у трактористов. Здоровоохранение и среда обитания. 2017; 2 (287): 31-34.
 15. Горблянский Ю.Ю., Яковлева Н.В., Косоротова Н.С., Булавина М.В. Вопросы профилактики пояснично-крестцовой радикулопатии у шахте-ров-угольщиков. Медицина труда и промышленная экология. 2016; 9: 5-9.
 16. Есин Р.Г., Лотфуллина Н.З., Есин О.Р. Цервикалгия, дорсалгия, люмбалгия: дифференциальная диагностика, дифференциальная терапия. Казань: Изд-во Казанского университета; 2014. (3-3). с. 203-05.
 17. Садоха К.А., Головки А.М., Кротов В.В. Боль в спине: причины возникновения, диагностика, лечение, современный взгляд на проблему. Медицинские новости. 2018; 1(280): 63-68.
 18. Лагутина Г.Н., Рудакова И.Е., Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф. Профессиональная ортопедическая патология при воздействии вибрации и физических нагрузок. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 200; 3: 87-89.
 19. Закирзянов М.Х., Рыжкова О.В., Таипова Р.А. Состояние здоровья работников нефтяной промышленности в Татарстане. Казанский медицинский журнал. 2008; 89(5): 707-709.

20. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р., Каримова Л.К., Бейгул Н.А., Маврина Л.Н. Заболевания костно-мышечной и периферической нервной систем у нефтяников в условиях сочетанного воздействия вибрации и тяжести трудового процесса Гигиена и санитария. 2017; 96(6): 552-555.
21. Нугайбеков, А. Г. Вертеброгенная заболеваемость нервной системы у работников нефтедобывающей промышленности: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Казань. 1999.
22. Николаев С.Г. Атлас по электромиографии. Иваново: ПреСто; 2010.
23. Санадзе А.Г., Касаткина Л.Ф. Клиническая электромиография для практических неврологов. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2020.
24. Николаев С.Г. Электромиография: клинический практикум. Иваново: ПреСто; 2013.

References:

1. Onishchenko G.G., Rakitsky V.N., Synod V.A., Trukhina G.M., Lutsenko L.A., Sukhova A.V. Health management of workers while introducing health and resource-saving technologies. Healthcare of the Russian Federation. 2015; 6 (59): 4-8.
2. Popova A.Yu., Gurvich V.B., Kuzmin S.V., Mishina A.L., Yarushin S.V. Modern issues of health risk assessment and management. Hygiene and sanitation. 2017; 12 (96): 1125-1129.
3. Action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases in the WHO European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 2016.
4. Izmerov N.F., Prokopenko L.V., Bukhtiyarov I.V. Preserving the health and working longevity of employees is the basis of an innovative socially oriented economy in Russia. Proceedings of the XI All-Russian Congress of Hygienists and Sanitary Physicians: a collection of articles. V. II. M., Yaroslavl: Chancellor Publishing House; 2012: 430 – 433.
5. Gabitov G.Kh. Management of health, environment and safety of production at JSC ANK Bashneft. In the book: "Modern problems of occupational health: proceedings of the All-Russian scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 50th anniversary of the formation of the UfNII MT and ECH". Ufa; 2005: 52-58.

6. Gimranova G.G., Karimova L.K., Bakirov A.B., Sakiev K.Z., Beigul N.A., Otalbaeva M.B. et. al. A priori assessment of the risk of factors of the work environment and work process among drillers and their assistants in the oil industry. Occupational health and medical ecology. 2017; 1 (54): 17-21.
7. Alekseenko V.D., Simonova N.N., Zueva T.N. Influence of occupational factors on health of oil extraction workers in the Arctic shift work organization. Human ecology. 2009; 6: 47-50.
8. Gimranova G.G., Shaikhislamova E.R., Bakirov A.B., Volgareva A.D., Karimova L.K. Assessment of the somatic health of workers in the oil industry in Western Siberia. Occupational health and human ecology. 2019; 3: 5-14.
9. Alieva R.Kh.K., Khalilova S.L., Salikhova D.Ya., Kaptsov V.D., Karimova L.K., Gimranova G.G. Occupational risk and health problems for workers involved in oil extraction and refining in Azerbaijan and Central Russia. Azerbaijan medical journal. 2018; 1: 74-80.
10. Shirokov V.A., Goncharenko I.M., Potaturko A.V. The influence of occupational risk factors on the development of lumbar pain syndromes. Russian Journal of Pain. 2014; 1: 53-54.
11. Amirova T.Kh., Gubanov R.A., Akhmetov I.I., Egorova E.S., Khismatova Z.F., Fatkhutdinova L.M. Epidemiology and risk factors of work-related low back pain. Epidemiology and vaccine prevention. 2018; 1 (98): 4-12.
12. Bovenzi M., Schust M., Mauro M. An overview of low back pain and occupational exposures to whole-body vibration and mechanical shocks. La Medicina del lavoro. 2017; Vol. 108 (6):419-433.
13. Duque Vera V.I.L.V., Zuluaga D., Pinilla A. Prevalencia de lumbalgia y factores de riesgo en enfermeros y auxiliares de la ciudad de Manizales. PromocionSalud. 2011; Vol. 16: 27-38.
14. Vagapova D.M., Gallyamova S.A. Stimulation electroneuromyography in the diagnosis of vertebrogenic lumbosacral pathology in tractor drivers. Health care and habitat. 2017; 2 (287): 31-34.
15. Gorblyansky Yu.Yu., Yakovleva N.V., Kosorotova N.S., Bulavina M.V. Prophylaxis of lumbosacral radiculopathy in coal miners. Occupational health and industrial ecology. 2016; 9: 5-9.
16. Esin R.G., Lotfullina N.Z., Esin O.R. Cervicalgia, dorsalgia, lumbodynia: differential diagnosis, differential therapy. Kazan: Publishing house of Kazan University; 2014. (3-3). P. 203-05.

17. Sadokha K.A., Golovko A.M., Krotov V.V. Back pain: causes, diagnosis, treatment, modern view of the problem. Medical news. 2018; 1 (280): 63-68.
18. Lagutina G.N., Rudakova I.E., Matyukhin V.V., Shardakova E.F. Professional orthopedic pathology when exposed to vibration and physical exertion. Bulletin VSNTS SB RAMS. 200; 3: 87-89.
19. Zakirzyanov M.Kh., Ryzhkova O.V., Taipova R.A. The state of health of workers in the oil industry in Tatarstan. Kazan Med. Journal. 2008; 89 (5): 707-709.
20. Gimranova G.G., Bakirov A.B., Shaikhlislamova E.R., Karimova L.K., Beigul N.A., Mavrina L.N. Diseases of the musculoskeletal and peripheral nervous systems in oil workers under conditions of combined exposure to vibration and the severity of the labor process. Hygiene and sanitation. 2017; 96 (6): 552-555.
21. Nugaybekov, A.G. Vertebrogenic morbidity of the nervous system in workers in the oil industry: Abstract of PH.D. thesis (Medicine). Kazan. 1999.
22. Nikolaev S.G. Atlas of electromyography. Ivanovo: PreSto; 2010.
23. Sanadze A.G., Kasatkina L.F. Clinical electromyography for practical neurologists. Moscow: GEOTAR-Media; 2020.
24. Nikolaev S.G. Electromyography: clinical practice. Ivanovo: PreSto; 2013.

Поступила/Received: 16.11.2021

Принята в печать/Accepted: 24.11.2021

УДК 613.6.01:613.6.02:613.6.06

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭТИЛМЕТИЛГИДРОКСИПИРИДИНА СУКЦИНАТА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТОКСИКАНТОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Тимашева Г.В., Бакиров А.Б., Каримов Д.О., Репина Э.Ф., Хуснутдинова Н.Ю.,
Смолянкин Д.А., Мухаммадиева Г.Ф.

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

Токсические поражения печени остаются проблемой и в настоящее время, в связи с этим исследование применения этилметилгидроксипиридина сукцината для восстановления функциональных процессов в печени было актуальным.

Цель исследования – оценить действие этилметилгидроксипиридина сукцината при остром воздействии тетрахлорметаном и парацетамолом в эксперименте.

Материал и методы. Для коррекции воздействия токсикантов использовали препарат «Мексидол», который вводили внутривенно в дозе 50 мг/кг. Были исследованы биохимические показатели для оценки метаболических процессов в печени.

Результаты. Оценка результатов эксперимента показала, что у животных, получавших этилметилгидроксипиридина сукцинат на фоне интоксикации тетрахлорметаном и парацетамолом отмечалась нормализация функционального состояния гепатоцитов, что определялось по восстановлению активности ферментов, уровня антиоксидантной защиты, метаболизма белков и липидов. Более выраженная положительная динамика определялась при схеме 4-кратного введения препарата, что свидетельствует о лечебном эффекте «Мексидола» на ранних этапах поражения печени различными токсикантами.

Ключевые слова: острая интоксикация, тетрахлорметан, парацетамол, этилметилгидроксипиридина сукцинат, гепатопротекторное действие.

Для цитирования: Тимашева Г.В., Бакиров А.Б., Каримов Д.О., Репина Э.Ф., Хуснутдинова Н.Ю., Смолянкин Д.А., Мухаммадиева Г.Ф. Оценка применения этилметилгидроксипиридина сукцината при воздействии токсикантов в эксперименте. Медицина труда и экология человека. 2021;4:145-157

Для корреспонденции: Тимашева Гульнара Вильевна, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. отдела токсикологии и генетики с экспериментальной клиникой

лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». E-mail: gulnara-vt60@yandex.ru

Финансирование. Работа выполнена в рамках отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России» на 2016–2020 гг. по теме 3.5 Рег.№ НИОКТР АААА-А16-116022610045-4

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10409>

EVALUATION OF THE USE OF ETHYLMETHYLHYDROXYPIRIDINE SUCCINATE EXPOSED TO EXPERIMENTAL TOXICANTS

Timasheva G.V., Bakirov A.B., Karimov D.O., Renina E.F., Khusnutdinova N. Yu., Smolyankin D.A., Mukhammadieva G.F.

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

Toxic liver damage remains extremely problematic at the present time, in this regard, the study of the use of ethylmethylhydroxypyridine succinate for the restoration of liver functional processes was of great importance.

The aim of the study - to evaluate the effect of ethylmethylhydroxypyridine succinate exposed to carbon tetrachloride and paracetamol in the experiment.

Material and methods. To correct the effects of toxicants, the drug "Mexidol" was used, which was injected intraperitoneally at a dose of 50 mg / kg. Biochemical parameters were studied to assess metabolic processes in the liver.

Results. Evaluation of the results of the experiment have shown that in animals receiving ethylmethylhydroxypyridine succinate against the background of intoxication with carbon tetrachloride and paracetamol, normalization of the functional state of hepatocytes was noted, which was determined by the restoration of enzyme activity, the level of antioxidant protection, metabolism of proteins and lipids. More pronounced positive dynamics was determined in a series of 4-fold administration of the drug, which indicates the therapeutic effect of "Mexidol" in the early stages of liver damage by various toxicants.

Key words: acute intoxication, carbon tetrachloride, paracetamol, ethylmethylhydroxypyridine succinate, hepatoprotective effect.

Citation: Timasheva G.V., Bakirov A.B., Karimov D.O., Renina E.F., Khusnutdinova N. Yu., Smolyankin D.A., Mukhammadieva G.F. Evaluation of the use of ethylmethylhydroxypyridine succinate exposed to experimental toxicants. 2021;4:145-157

Correspondence: Gulnara V. Timasheva, Cand.Sc. (Biology), Leading Researcher at the Department of Toxicology and Genetics with an Experimental Clinic of Laboratory Animals, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology E-mail: gulnara-vt60@yandex.ru

Financing: The work was carried out within the framework of the industry research program of Rospotrebnadzor "Hygienic scientific justification for minimizing risks to the health of the population of Russia" for 2016-2020 on the topic 3.5 Reg. N R & D AAAA16-116022610045-4 Reg. N ICRBS.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10409>

Необходимо признать, что проблема поражений печени и в настоящее время остается чрезвычайно актуальной в связи с тем, что многие вещества из числа промышленных оказывают токсическое воздействие на печень, среди которых выраженным гепатотоксикантом является тетрахлорметан, широко применяющийся в промышленности [1-3].

К серьезным аспектам также относят вопросы лекарственных повреждений печени, вызванных передозировкой препаратов или вследствие терапевтического несчастного случая. Одним из часто применяемых препаратов является ацетаминофен или парацетамол, при физиологическом метаболизме которого в структурах печени происходит реакция конъюгации с глюкуроновой кислотой или глутатионом, в случаях передозировок препарата образуются токсичные метаболиты [4-7].

Как известно, печень, находящаяся на пути всасывания и циркуляции различных веществ, выполняет первостепенную роль в метаболизме и обезвреживании токсикантов, что и обуславливает формирование патологических процессов в органе, причем в 50% случаев заболевания связаны с токсическим поражением печени [8]. Как подтверждают многочисленные исследования [2,9,10-14], в основе повреждений печени

лежит воздействие токсикантов на микросомальную систему печени, образование активных форм кислорода, повреждение мембран клеток, приводящих к изменению структуры и функции гепатоцитов. Следовательно, отсутствие баланса в процессах свободнорадикального окисления является одним из механизмов гепатотоксичности веществ. В работах ряда авторов проведена оценка различных препаратов, в том числе растительного происхождения, способных нейтрализовать активные формы кислорода и корректировать воспалительную реакцию, возникающую при действии токсических агентов [15-20]. В сложившейся ситуации весьма актуальным является применение гепатопротекторных препаратов, нормализующих дисфункции в печени.

В данном эксперименте в качестве гепатопротектора было актуальным исследовать применение этилметилгидроксипиридина сукцината, который обладает широким спектром свойств по восстановлению метаболических процессов, является мембранотропным и антигипоксическим препаратом, что обусловлено его составом, способным окисляться при гипоксии во внутриклеточном пространстве.

Цель данной работы – оценить корректирующее действие этилметилгидроксипиридина сукцината при остром воздействии тетрахлорметана и парацетамола в эксперименте.

Материалы и методы. Эксперименты с животными проводились согласно принципам «Европейской конвенции по защите позвоночных животных» (Strasbourg, 1986) [21], использованы белые лабораторные крысы-самцы с массой 180-220 г. в количестве 70 особей.

Для повреждения печени использовали модель с тетрахлорметаном (ТХМ), который вводился подкожно однократно в растворе растительного масла в дозе 2 г/кг массы тела. Другим токсикантом был парацетамол, вводимый перорально на 1% растворе крахмала в дозе 1 г/кг, что значительно превышало терапевтическую дозу 500 мг. Для коррекции повреждений использовали этилметилгидроксипиридина сукцинат (международное непатентованное название) - «Мексидол», который вводили внутривентриально в дозе 50 мг/кг по 2 схемам: двукратно через 1 и 24 часа; или 4 раза через 1, 24, 48 и 72 часа после токсиканта. В эксперименте было 6 групп по 7 особей в каждой. Животные 1-й группы получали дистиллированную воду (отрицательный контроль), животные 2-й А и Б группы (положительный

контроль) получали ТХМ, декапитацию крыс подгруппы А проводили через 24 часа, подгруппы Б – через 72 часа; 3-я А и Б группы получали ТХМ и «Мексидол». С другим токсикантом распределение групп было следующим: 4-я – отрицательный контроль, 5-я А группа получала парацетамол (забой через 24 часа), 5-я Б группа - парацетамол (забой через 72 часа), 6-я А группа – парацетамол + «Мексидол» (через 1 и 24 часа после токсиканта), 6-я Б группа – парацетамол и коррекцию «Мексидолом» 4 раза. Животных декапитировали после последнего введения препарата.

В сыворотке крови животных определяли липидные (содержание холестерина и триглицеридов) и белковые компоненты (уровень общего белка, альбумины и фракции глобулинов (α_1 , α_2 , β , γ), активность аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), щелочной фосфатазы (ЩФ), содержание мочевой кислоты по тест-наборам ООО «Вектор-Бест» [22].

Результаты рассчитаны с использованием программы IBM SPSS Statistics 21 (IBM, USA). Для сравнения результатов использовали t-критерия Стьюдента и однофакторный дисперсионный анализ с критерием Манна-Уитни. Различия признавались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. При введении ТХМ через 24 часа у крыс активность цитолитических ферментов печени АЛТ и АСТ повышалась в 2,0 раза и на 52,0% соответственно, уровень мочевой кислоты был увеличен в 1,4 раза, содержание холестерина и альбуминов снижалось на 61,1 и 14,6% соответственно. Данные изменения статистически значимо отличались от контроля (1А) ($p < 0,05$), как отображено на рисунке 1. Через 72 часа интоксикации ТХМ динамика метаболических нарушений сохранялась по показателям белкового и липидного обменов, активности ферментов, уровня мочевой кислоты (рис. 1).

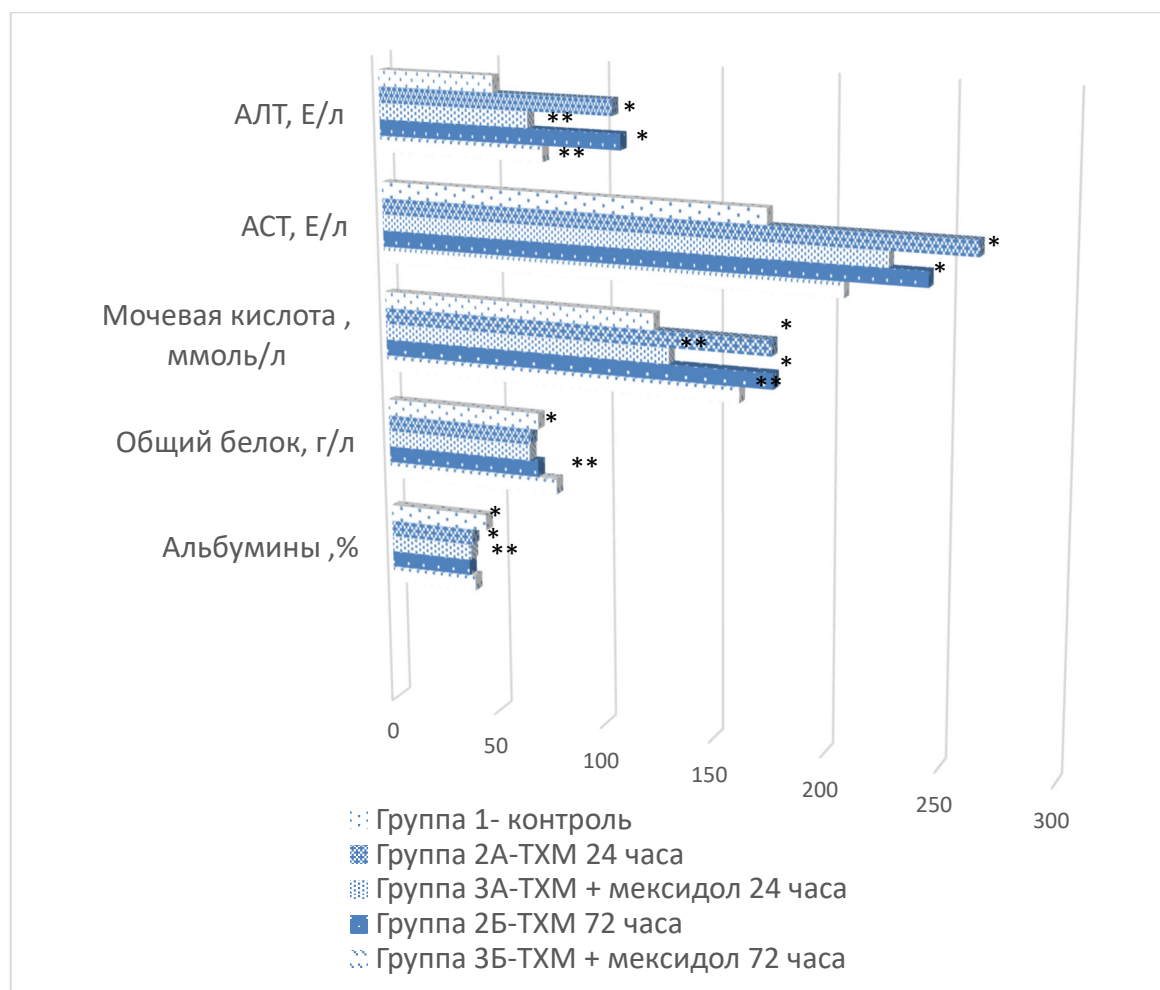


Рис. 1. Динамика изменения показателей в крови животных при коррекции «Мексидолом» после интоксикации тетрахлорметаном

Примечание. * – разница между группами 1 и 2А; 2В ($p < 0,05$); ** – разница между группами 2А и 3А, 2В и 3В ($p < 0,05$).

Введение этилметилгидроксипиридина сукцината после интоксикации ТХМ способствовало восстановлению метаболических процессов в клетках печени: у животных группы 3А через 24 часов определялась нормализация активности ферментов АЛТ и АСТ (снижение на 35,2 и 14,4%), уровня мочевой кислоты (понижение на 25,7%), холестерина (повышение на 33,5%) (рис. 1), различия с животными, отравленными ТХМ, были статистически значимыми. Более выраженная положительная динамика определялась при схеме 4-кратного введения препарата: уровень тех же самых тестов (активности АЛТ, уровня холестерина, мочевой кислоты, общего белка и альбуминов сыворотки крови) был практически восстановлен до значений в контрольной группе ($p < 0,05$), обнаружена тенденция нормализации АСТ и щелочной фосфатазы. Данные результаты характеризуют положительное влияние препарата на

состояние гепатоцитов, участвующих в метаболизме ферментов, белков и липидов.

Признаки интоксикации ацетаминофеном были также обнаружены уже через 24 часа введения: у животных опытной группы (5А) статистически значимо был повышен уровень щелочной фосфатазы на 59,7% и АЛТ на 19,9% относительно контроля ($p < 0,05$) (рис. 2). Среди других биохимических исследований статистически значимым было понижение уровня общего белка на 15,2%, связанное с нарушением его синтеза. Активность лактатдегидрогеназы и АСТ была изменена незначительно.

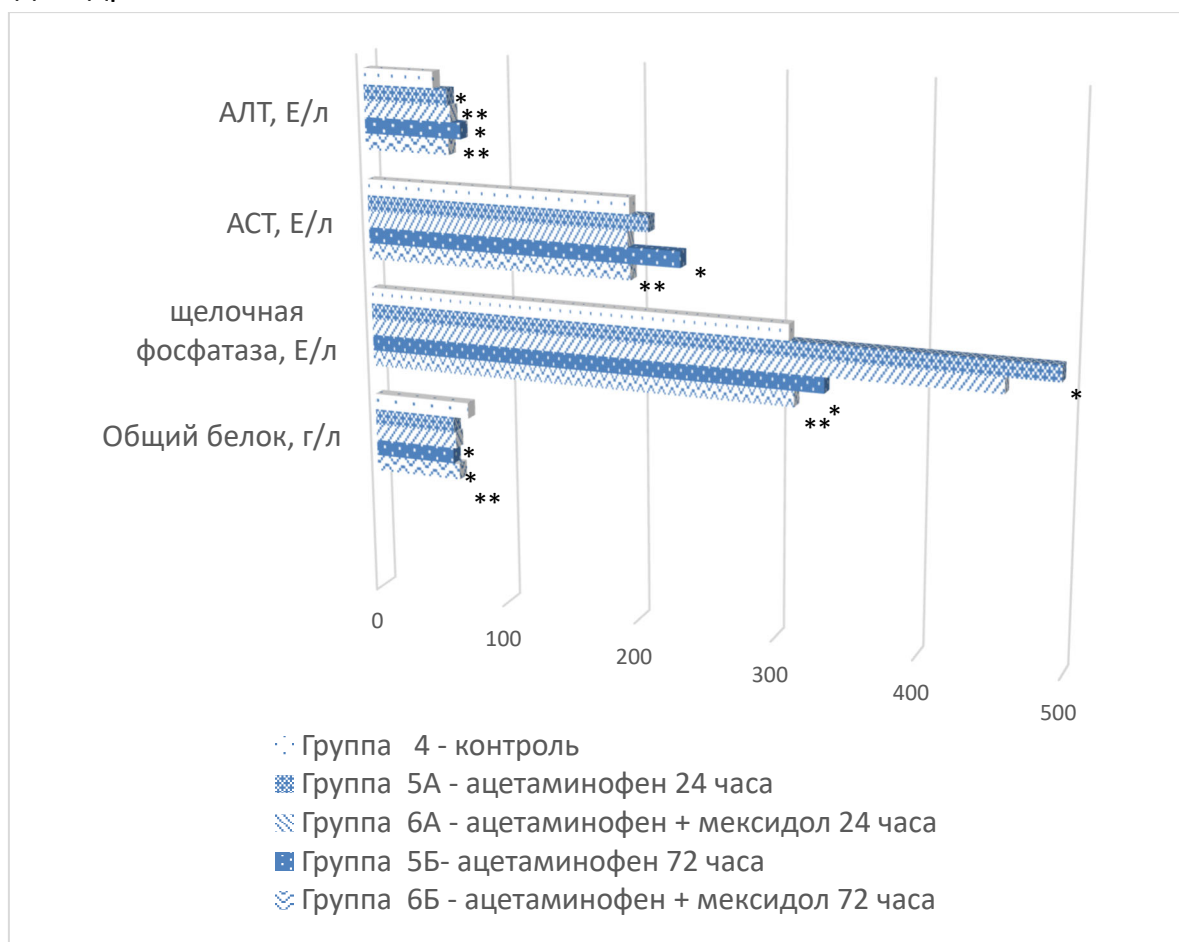


Рис. 2. Динамика изменения показателей в крови животных после введения ацетаминофена и коррекции «Мексидолом»

Примечание. * – статистически значимая разница между группами 4 и 5А; 5Б ($p < 0,05$); ** – статистически значимая разница между группами 5А и 6А, 5Б и 6Б ($p < 0,05$).

Через 72 часа у животных опытной группы выраженность токсического влияния парацетамола повышалась. При анализе липидного спектра были обнаружены: повышение уровня холестерина на 21,2% ($p < 0,05$) и триглицеридов на 33,3% относительно контроля, ($p < 0,05$), а также изменения

среди белковых компонентов клетки (понижение уровня общего белка на 16,6%) ($p < 0,05$). Отмечалось увеличение цитолиза гепатоцитов: в сыворотке крови животных определялась гиперферментемия всех исследуемых энзимов - АЛТ, АСТ и ЛДГ на 37,8; 18,6; 15,9% соответственно, по отношению к контролю ($p < 0,05$).

У животных, получавших «Мексидол» на фоне действия парацетамола, выявлялась тенденция восстановления процессов метаболизма. Более выраженная положительная динамика установлена у крыс группы 6Б после 4-кратного введения этилметилгидроксипиридина сукцината. У животных определялось восстановление активности АСТ и ЛДГ, щелочной фосфатазы практически до уровня в контроле, что продемонстрировано на рис. 2. Отмечалось снижение активности АЛТ по сравнению с опытной группой (5Б). Следует отметить нормализацию уровня триглицеридов (у животных после лечения - $1,08 \pm 0,07$ ммоль/л, в контроле - $0,88 \pm 0,06$ ммоль/л) и холестерина (в группе 6Б - $2,31 \pm 0,09$ ммоль/л, в контроле - $2,19 \pm 0,12$ ммоль/л). Следовательно, «Мексидол» купировал признаки как цитолиза, так и холестаза, при 4-кратном введении регенеративные процессы проходили в большей степени.

Обсуждение. В ранее проведенных нами экспериментах было обнаружено, что введение ТХМ и токсических доз парацетамола при острой затравке сопровождалось значительным нарушением метаболических процессов в печени [23]. Поэтому весьма актуальным было исследовать корректирующее действие этилметилгидроксипиридина сукцината при остром воздействии тетрахлорметана и парацетамола в эксперименте.

Оценка результатов эксперимента показала, что у животных, получавших этилметилгидроксипиридина сукцинат на фоне интоксикации ТХМ отмечалась нормализация функционального состояния гепатоцитов, что определялось по восстановлению активности ферментов, уровня антиоксидантной защиты, метаболизма белков и липидов. Более выраженная положительная динамика была при схеме 4-кратного введения препарата, что свидетельствует о лечебном эффекте «Мексидола» на ранних этапах поражения печени промышленным токсикантом.

В эксперименте с парацетамолом «Мексидол» при 4-кратном введении наиболее эффективно купировал признаки как цитолиза, так и холестаза, восстанавливал состояние липидного метаболизма, что подтверждает свойства

препарата как гепатопротектора, механизм действия которого основан на его мембраностабилизирующих свойствах, блокирующих воздействие токсических доз парацетамола на мембранные структуры и ферментные системы гепатоцитов.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о высоком лечебном потенциале «Мексидола» для коррекции состояний на ранних сроках воздействия тетрахлорметана и парацетамола, что подтверждает целесообразность использования гепатопротектора при острых поражениях печени промышленными токсикантами или при лекарственных повреждениях печени.

Список литературы:

1. Сутько И.П., Шляхтун А.Г., Титко О.В., Янкевич Н.В., Колодко А.В., Телегин П.Г., Зверинский И.В. Экспериментальная оценка эффективности совместного применения берберина и силимарина в составе самоэмульгирующейся системы доставки с целью повышения их гепатопротекторной активности при токсическом гепатите. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2019; 18(3):65-70.
2. Бакиров А.Б., Мышкин В.А., Репина Э.Ф. Патогенез и экспериментальная коррекция окислительных и деструктивных проявлений окислительного стресса. Уфа: «ФБУН Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». 2015.
3. Cichoż-Lach H., Michalak A. Oxidative stress as a crucial factor in liver diseases. World J. Gastroenterol. 2014; 20(25): 8082–91. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i25.8082>
4. Hazai E, Monostory K, Bakos A, Zacher G, Vereczkey L. About Paracetamol Again. Orv Hetil. 2001; 142(7):345-390.
5. Gujral J. S., Knight T. R., Farhood A. et al. Mode of cell death after acetaminophen overdose in mice: apoptosis or oncotic necrosis? Toxicol. Sci. 2002; 67: 322-328.
6. Brune K, B., Tiegs G. Acetaminophen/paracetamol: A History of Errors, Failures and False Decisions. Eur J Pain. 2015; 19(7):953-65.
7. Bunchorntavakul C., Reddy K R. Acetaminophen (APAP or N-Acetyl-p-Aminophenol) and Acute Liver Failure. Clin Liver Dis. 2018; 22(2):325-346.
8. Russmann S., Kullak-Ublick G.A., Grattagliano I. Curr. Med. Chem. 2009; 16(23): 3041-3053.

9. Буеверов А.О. Оксидативный стресс и его роль в повреждении печени. Гастроэнтерология, гепатология, колопроктология. 2002; 4: 21-25.
10. Cichoż-Lach H., Michalak A. Oxidative stress as a crucial factor in liver diseases. *World Journal of Gastroenterology*. 2014;20(25):8082-91. doi: 10.3748/wjg.v20.i25.8082.
11. Yang C., Li L., Ma Z., Zhong Y., Pang W., Xiong M. Hepatoprotective effect of methyl ferulic acid against carbon tetrachloride-induced acute liver injury in rats. *Exp Ther Med*. 2018; 15(3):2228-38. doi: 10.3892/etm.2017.5678. Epub 2017 Dec 27.
12. Bunchorntavaku C., Reddy K.R. Acetaminophen-related Hepatotoxicity. *Clin Liver Dis*. 2013; 17(4): 587-607.
13. Dai Y., Cederbaum A. I. Cytotoxicity of acetaminophen in human cytochrome P4502E1-transfected HepG2 cells. *J. Pharmacol. Exp. Ther*. 1995; 273: 1497-1505.
14. James L. P., McCullough S. S., Knight T. R. et al. Acetaminophen toxicity in mice lacking NADPH oxidase activity: role of peroxynitrite formation and mitochondrial -oxidant stress. *Free Radic. Res*. 2003; 37 (12): 1289-1297
15. James L. P., McCullough S. S., Lamps L. W. et al. Effect of N-acetylcysteine on acetaminophen toxicity in mice: relationship to reactive nitrogen and cytokine formation. *Toxicol. Sci*. 2003; 75: 458—467.
16. Singal A.K., Jampana S.C., Weinman S.A. Antioxidants as therapeutic agents for liver disease. *Liver International*. 2011; 31(10): 1432-1448.
17. Катикова О.Ю. Влияние мексидола на состояние гомеостаза и перекисное окисление липидов при интоксикации парацетамолом. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2002; 65 (6): 53-56.
18. Xu X-Y., J-N., Liu Z., R., He Y-F., Hou W., Wang Z-Q., Yang G., Li W. Saponins (Ginsenosides) From the Leaves of *Panax Quinquefolius* Ameliorated Acetaminophen-Induced Hepatotoxicity in Mice. *Agric Food Chem*. 2017; 12: 85-88.
19. Subramanya S.B., Balaji V., Mohamed F-N., Meeran Sameer N Goyal M.S., Patil C.R., Shreesh Ojha Therapeutic Potential of Plants and Plant Derived Phytochemicals Against Acetaminophen-Induced Liver Injury. 2018; 19(12):3776.
20. Xu G., Han X., G., L., Du Screening for the protective effect target of deproteinized extract of calf blood and its mechanisms in mice with CCl₄-induced acute liver injury. *PLoS One*. 2017;12(7):e0180899. doi: 10.1371

21. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях. (ETS N 123). Страсбург, 18.03.1986.
22. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. М.: Медпресс-информ; 2009.
23. Тимашева Г.В., Каримов Д.О., Репина Э.Ф., Смолянкин Д.А., Хуснутдинова Н.Ю., Мухаммадиева Г.Ф., Байгильдин С.С. Экспериментальная оценка метаболических изменений на фоне острого воздействия парацетамолом и оценка эффективности гепатопротективных препаратов. Гигиена и санитария. 2020; 9:1016-1021.

References:

1. Sutko I.P., Shlyakhtun A.G., Titko O.V., Yankevich N.V., Kolodko A.V., Telegin P.G., Zverinsky I.V. Experimental evaluation of the effectiveness of the combined use of berberine and silymarin as part of a self-emulsifying delivery system in order to increase their hepatoprotective activity in toxic hepatitis. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy 2019; 18 (3): 65-70. (in Russia)
2. Bakirov A.B., Myshkin V.A., Repina E.F. Pathogenesis and experimental correction of oxidative and destructive manifestations of oxidative stress. Ufa: «FBUN Ufimskiy NII meditsiny truda i ekologii cheloveka». 2015.
3. Cichoż-Lach H., Michalak A. Oxidative stress as a crucial factor in liver diseases. World J. Gastroenterol. 2014; 20(25): 8082–91. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i25.8082>
4. Hazai E, Monostory K, Bakos A, Zacher G, Vereczkey L. About Paracetamol Again. Orv Hetil. 2001; 142(7): 345-390.
5. Gujral J. S., Knight T. R., Farhood A. et al. Mode of cell death after acetaminophen overdose in mice: apoptosis or oncotic necrosis? Toxicol. Sci. 2002; 67: 322-328.
6. Brune K, B., Tiegs G. Acetaminophen/paracetamol: A History of Errors, Failures and False Decisions. Eur J Pain. 2015; 19(7): 953-65.
7. Bunchorntavakul C., Reddy K R. Acetaminophen (APAP or N-Acetyl-p-Aminophenol) and Acute Liver Failure. Clin Liver Dis. 2018; 22(2): 325-346.
8. Russmann S., Kullak-Ublick G.A., Grattagliano I. Curr. Med. Chem. 2009; 16(23): 3041-3053.
9. Buyeverov A. O. Oxidative stress and its role in liver damage. Gastroenterologiya, gepatologiya, koloproktologiya. 2002; 4: 21-25. (in Russian)

10. Cichoż-Lach H., Michalak A. Oxidative stress as a crucial factor in liver diseases. *World Journal of Gastroenterology*. 2014;20(25):8082-91. doi: 10.3748/wjg.v20.i25.8082.
11. Yang C., Li L., Ma Z., Zhong Y., Pang W., Xiong M. Hepatoprotective effect of methyl ferulic acid against carbon tetrachloride-induced acute liver injury in rats. *Exp Ther Med*. 2018; 15(3):2228-38. doi: 10.3892/etm.2017.5678. Epub 2017 Dec 27.
12. Bunchorntavaku C., Reddy K.R. Acetaminophen-related Hepatotoxicity. *Clin Liver Dis*. 2013; 17(4): 587-607.
13. Dai Y., Cederbaum A. I. Cytotoxicity of acetaminophen in human cytochrome P4502E1-transfected HepG2 cells. *J. Pharmacol. Exp. Ther*. 1995; 273: 1497-1505.
14. James L. P., McCullough S. S., Knight T. R. et al. Acetaminophen toxicity in mice lacking NADPH oxidase activity: role of peroxynitrite formation and mitochondrial -oxidant stress. *Free Radic. Res*. 2003; 37 (12): 1289-1297
15. James L. P., McCullough S. S., Lamps L. W. et al. Effect of N-acetylcysteine on acetaminophen toxicity in mice: relationship to reactive nitrogen and cytokine formation. *Toxicol. Sci*. 2003; 75: 458—467.
16. Singal A.K., Jampana S.C., Weinman S.A. Antioxidants as therapeutic agents for liver disease. *Liver International*. 2011; 31(10): 1432-1448.
17. Katikova O.Yu. Influence of Mexidol on the state of homeostasis and lipid peroxidation during intoxication with paracetamol. *Experimental and Clinical Pharmacology*. 2002; 65 (6): 53-56. (in Russian)
18. Xu X-Y., J-N., Liu Z., R., He Y-F., Hou W., Wang Z-Q., Yang G., Li W. Saponins (Ginsenosides) From the Leaves of *Panax Quinquefolius* Ameliorated Acetaminophen-Induced Hepatotoxicity in Mice. *Agric Food Chem*. 2017; 12: 85-88.
19. Subramanya S.B., Balaji V., Mohamed F-N., Meeran Sameer N Goyal M.S., Patil C.R., Shreesh Ojha Therapeutic Potential of Plants and Plant Derived Phytochemicals Against Acetaminophen-Induced Liver Injury. 2018; 19(12):3776.
20. Xu G., Han X., G., L., Du Screening for the protective effect target of deproteinized extract of calf blood and its mechanisms in mice with CCl₄-induced acute liver injury. *PLoS One* 2017 Jul 10;12(7):e0180899. doi: 10.1371
21. European Convention for the Protection of Vertebrates Used for Experiments or for Other Scientific Purposes. (ETS N 123). Strasburg, 18.03.1986. (in Russian)

22. Kamyshnikov V.S. Handbook of clinical and biochemical studies and laboratory diagnostics. M.: Medpress-infom; 2009. (in Russian)
23. Timasheva G.V., Karimov D.O., Repina E.F., Smolyankin D.A., Khusnutdinova N.Y., Muhammadieva G.F., Baigildin S.S. Experimental assessment of metabolic changes during acute exposure to paracetamol and assessment of the effectiveness of hepatoprotective drugs. Hygiene and sanitation. 2020; 9:1016-1021. (in Russian) (in Russian).

Поступила/Received: 12.11.2021

Принята в печать/Accepted: 26.11.2021

УДК 577.215.3

ВЛИЯНИЕ ГЕПАТОПРОТЕКТОРОВ НА ТРАНСКРИПЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ГЕНА GCLC ПРИ ОСТРОМ ТОКСИЧЕСКОМ ГЕПАТИТЕ, ВЫЗВАННОМ РАЗЛИЧНЫМИ ТОКСИКАНТАМИ

Зиатдинова М.М., Валова Я.В., Мухаммадиева Г.Ф., Каримов Д.О., Якупова Т.Г., Хуснутдинова Н.Ю., Репина Э.Ф.

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

Целью данной работы являлось изучение активности гена Gclс при экспериментальном токсическом гепатите с последующим введением препаратов коррекции. Моделирование острого токсического гепатита проводили на белых аутбредных крысах мужского пола, разделенных на группы в зависимости от вводимого токсиканта и препарата коррекции. В качестве токсикантов были использованы тетрахлорметан (ТХМ) и этанол. Корректирующее воздействие проводили лекарственными препаратами оксиметилурацил (ОМУ), «Гептор» и «Мексидол». Эксперимент длился в течение 24 часов. Для определения активности гена Gclс использовали образцы РНК, выделенные из печени крыс. При введении животным этанола без сопутствующего лечения мы наблюдали незначительное снижение активности гена Gclс ($-1,19 \pm 0,47$ против $0,00 \pm 0,43$; $p=0,161$), однако последующая обработка ОМУ оказывала статистически значимый положительный эффект в отношении рассматриваемого показателя ($0,76 \pm 0,25$ против $-1,19 \pm 0,47$; $p=0,005$). Таким образом, на основе изучения активности гена Gclс у крыс можно сделать вывод о том, что коррекция ОМУ в условиях острого токсического гепатита, индуцированного этанолом, может иметь существенный гепатопротекторный эффект.

Ключевые слова: токсический гепатит, глутамат-цистеинлигаза, гептор, мексидол, оксиметилурацил, тетрахлорметан, этанол

Для цитирования: Зиатдинова М.М., Валова Я.В., Мухаммадиева Г.Ф., Каримов Д.О., Якупова Т.Г., Хуснутдинова Н.Ю., Репина Э.Ф. Влияние гепатопротекторов на транскрипционную активность гена gclс при остром токсическом гепатите, вызванном различными токсикантами. Медицина труда и экология человека. 2021;4:158-170

Для корреспонденции: Зиятдинова Мунира Мунировна, м.н.с. отдела токсикологии и генетики, e-mail: munira.munirovna@yandex.ru.

Финансирование: бюджетная тема в рамках отраслевой программы Роспотребнадзора

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10410>

EFFECT OF HEPATOPROTECTORS ON TRANSCRIPTIONAL ACTIVITY OF THE GCLC GENE IN ACUTE TOXIC HEPATITIS CAUSED BY VARIOUS TOXICANTS

Ziatdinova M.M., Valova Ya.V., Mukhammadieva G.F., Karimov D.O., Yakupova T.G., Khusnutdinova N.Yu., Repina E.F.

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

The aim of this work was to study the activity of the Gclc gene in experimental toxic hepatitis followed by the introduction of correction drugs. Acute toxic hepatitis was simulated on male white outbred rats, divided into groups depending on the injected toxicant and correction drug. Carbon tetrachloride (TCM) and ethanol were used as toxicants. Corrective action was carried out with drugs oxymethyluracil (OMU), "Heptor" and "Mexidol". The experiment lasted for 24 hours. To determine the activity of the Gclc gene, RNA samples isolated from rat liver were used. With the introduction of ethanol to animals without concomitant treatment, we observed a slight decrease in the activity of the Gclc gene ($-1,19 \pm 0,47$ versus $0,00 \pm 0,43$; $p = 0,161$), however, subsequent treatment with OMU had a statistically significant positive effect in relation to the considered indicator ($0,76 \pm 0,25$ versus $-1,19 \pm 0,47$; $p = 0,005$). Thus, based on the study of the activity of the Gclc gene in rats, it can be concluded that the correction of BMD under conditions of acute toxic hepatitis induced by ethanol can have a significant hepatoprotective effect.

Key words: toxic hepatitis, glutamate-cysteine ligase, heptor, mexidol, oxymethyluracil, carbon tetrachloride, ethanol.

Citation: Ziatdinova M.M., Valova Ya.V., Mukhammadieva G.F., Karimov D.O., Yakupova T.G., Khusnutdinova N.Yu., Repina E.F. Effect of hepatoprotectors on transcriptional activity of the gclc gene in acute toxic hepatitis caused by various toxicants. *Occupational health and human ecology*. 2021;4:158-170

Correspondence: Munira M. Ziatdinova, Junior Researcher at the Department of Toxicology and Genetics, e-mail: munira.munirovna@yandex.ru.

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

Financing: budget topic within the sectoral program of Rospotrebnadzor

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10410>

В настоящее время остается высокой потребность в гепатопротективных средствах, нормализующих метаболизм печени в условиях различных патологических состояний. Токсические поражения печени встречаются более чем в 50% случаев заболеваний печени [1].

Печень – это жизненно важный орган, отвечающий за поддержание большинства физиологических функций организма человека. Она принимает непосредственное участие в процессах метаболизма и детоксикации ксенобиотиков. Печень, как правило, противодействует окислительному стрессу, индуцируя антиоксидантный механизм, который нейтрализует активные радикалы кислорода и азота. Данный орган снабжен эндогенной системой антиоксидантных ферментов, таких как глутатион-S-трансфераза (GST), каталаза и супероксиддисмутаза (СОД). Эти антиоксидантные системы индуцируются гепатоцитами для противодействия окислительному стрессу. Однако когда окислительный стресс превосходит нейтрализующую способность организма, печень наиболее уязвима к воздействию свободных радикалов, которые приводят к окислению макромолекул, таких как липиды, белки и ДНК. Опосредованное окислительным стрессом повреждение печени приводит к гепатиту, фиброзу печени, циррозу и в конечном итоге гепатоцеллюлярной карциноме [2,3].

Тетрахлорметан (ТХМ, CCl_4) широко используется в *in vivo* моделях травм печени, кроме того, повреждение, вызванное ТХМ, сопоставимо с тем, что наблюдается при вирусном гепатите [4]. Основное преимущество исследований с ТХМ заключается в удобстве использования животных моделей с признаками достижения фиброза и цирроза печени, а также в изучении механизмов, связанных с индукцией гепатотоксических состояний (жировая дистрофия, фиброз, гепатоцеллюлярная карцинома) [5].

Чрезмерное употребление алкоголя является глобальной проблемой здравоохранения с огромными социальными, экономическими и клиническими последствиями. Употребление алкоголя в больших количествах

в течение длительного времени повреждает почти все органы в организме. Наиболее раннее и выраженное повреждение тканей при интоксикации алкоголем происходит в печени, поскольку она является основным местом метаболизма этанола [6].

Глутамат-цистеинлигаза (GCL) является ферментом, ограничивающим скорость биосинтеза глутатиона (GSH), важного регулятора внутриклеточного метаболизма. У высших эукариот этот фермент представляет собой гетеродимер, состоящий из тяжелой каталитической (GCLC, 73 кДа) и легкой регуляторной субъединиц (GCLM, 31 кДа), кодируемых каждая своим геном. Каталитическая субъединица обладает всей каталитической активностью, в то время как субъединица-модификатор функционирует для повышения каталитической эффективности GCLC. Стоит отметить, что полиморфизмы генов *Gclc* и *Gclm* человека связаны с рядом патологий, включающих хронический бериллиоз, сахарный диабет I типа, муковисцидоз, инфаркт миокарда, гемолитическую анемию и шизофрению [7,8].

Цель исследования заключалась в изучении изменения кратности экспрессии гена *Gclc* спустя 24 часа при остром токсическом гепатите, вызванном различными токсикантами, на фоне введения препаратов коррекции.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования выполнены на белых аутбредных крысах массой тела 200-220 г мужского пола. Методом случайной выборки крысы были разделены на группы и содержались в клетках по 7 особей при температуре воздуха $21 \pm 1^\circ\text{C}$. В качестве токсикантов использовали: 50% раствор ТХМ, который вводился однократно подкожно в дозе 2 г/кг массы тела животных, носителем и контрольным веществом (отрицательный контроль) являлось рафинированное оливковое масло; 40% раствор этанола, введение которого производилось перорально в дозе 4 г/кг массы тела животных, носителем и контрольным веществом являлась дистиллированная вода. Корректирующее воздействие проводили спустя час после введения токсикантов оксиметилурацилом (ОМУ, 5-гидрокси-6-метилурацил, синтезированный в Институте органической химии УФИЦ РАН), адеметионином («Гептор», производитель ОАО «Верофарм», Россия) и сукцинатом этилметилгидроксипиридина («Мексидол», производитель «Фармасофт», Россия).

При уходе за животными, питании и проведении экспериментов руководствовались базисными нормативными документами с соблюдением международных принципов Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным, рекомендациями Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других целей. Кусочки печени сразу после декапитации и вскрытия животных замораживали жидким азотом и заливали реагентом ExtractRNA (ЗАО «Евроген»). Для определения функционального состояния печени проводили анализ экспрессии гена *Gclc* в печени крыс с использованием следующих методов: экстракция тотальной РНК тризолом, обратная транскрипция и ПЦР-амплификация в режиме реального времени (с использованием олигонуклеотидных специфичных праймеров фирмы «Евроген» на приборе RotorGene (QIAGEN)). Нормирование уровня экспрессии проводили по гену *Gapdh*. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента и однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Результаты считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты. При анализе экспрессии гена *Gclc* в ответ на введение ТХМ, в эксперименте, длившемся 24 часа, мы наблюдали статистически значимые различия между группами ($F=21,384$; $p=0,001$) (рис. 1). Минимальная активность гена *Gclc* наблюдалась в группе животных, получавших «Мексидол» ($-3,47 \pm 0,20$), максимум – в группе получавших «Гептор» ($-2,54 \pm 0,20$), но данное значение не превышало уровня положительного контроля ($-2,52 \pm 0,18$). Среднее значение уровня транскриптов гена *Gclc* в группе коррекции ОМУ было $-2,95 \pm 0,22$. Стоит отметить, что экспрессия гена *Gclc* во всех группах коррекции, а также в группе положительного контроля была статистически значимо ниже, чем в интактной группе ($0,00 \pm 0,39$) ($p=0,001$). Множественные сравнения остальных групп уровня статистической значимости не достигли.

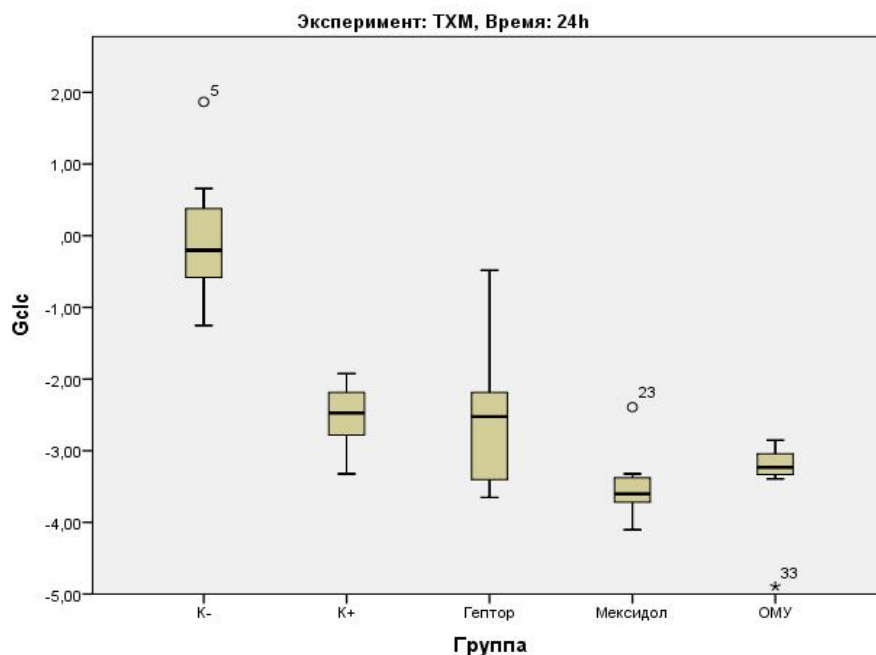


Рис. 1. Уровень экспрессии гена *Gclc* при интоксикации ТХМ на фоне разных видов коррекции спустя 24 часа

Статистически значимые различия между группами были также выявлены при анализе экспрессии гена *Gclc* в ответ на затравку этанолом в 24-часовом эксперименте ($F=4,25$; $p=0,008$) (рис. 2). Сравнение уровня экспрессии гена *Gclc* между отрицательным контролем ($0,00 \pm 0,47$) и остальными группами не показало статистически значимых различий. Введение этанола без сопутствующего лечения привело к статистически незначимому понижению уровня транскриптов ($-1,19 \pm 0,47$; $p=0,161$). После коррекции препаратами максимальное значение активности транскриптов гена *Gclc* наблюдалось в группе животных, получавших ОМУ ($0,76 \pm 0,25$), что статистически значимо превышало показатели экспрессии гена *Gclc* в группе положительного контроля ($p=0,005$). Минимальное значение экспрессии гена *Gclc* среди групп коррекции было показано в группе, получавшей лечение «Мексидолом» ($-0,72 \pm 0,46$), среднее значение экспрессии гена *Gclc* в группе, получавшей «Гептор», составило $-0,48 \pm 0,10$, но сравнение их между собой и с показателями других групп не выявило статистически значимых различий.

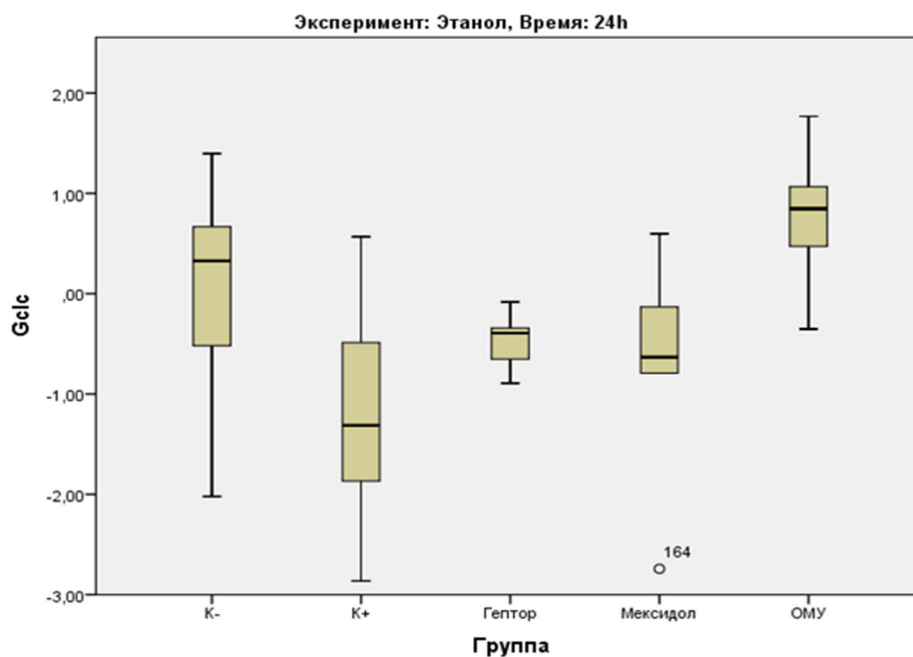


Рис. 2. Уровень экспрессии гена *Gclc* при интоксикации этанолом на фоне разных видов коррекции спустя 24 часа

Обсуждение. Для определения влияния «Гептора», «Мексидола» и ОМУ на окислительный стресс у крыс, вызванный ТХМ и этанолом, мы определяли активность гена антиоксидантной системы *Gclc* в печеночной ткани.

Ранее было проведено множество исследований, подтверждающих наличие взаимосвязи между функционированием фермента GCL и эффектами от воздействия различных факторов. Так, было обнаружено, что GCL играет важную роль в регуляции парацетамол-индуцированного повреждения печени и ферментативной активности печени [9]. Lisa A. McConnachie с соавт. (2007) показали, что трансгенные мыши с повышенной активностью GCL более устойчивы к поражению печени парацетамолом [8]. Также в литературе имеется много данных, свидетельствующих об отрицательном воздействии на работу GCL других гепатотоксикантов. К их числу в первую очередь относятся ТХМ и этанол. Было показано, что данные вещества снижают уровень транскрипции гена *Gclc* и активность антиоксидантных ферментов в тканях печени [10, 11, 12, 13].

Как правило, ТХМ трансформируется в токсичный трихлорметильный радикал с помощью фермента, экспрессируемого в перивенулярных

гепатоцитах. Этот радикал может связываться с различными клеточными молекулами, нарушая важнейшие процессы клетки, такие как метаболизм липидов, что в последующем может привести к формированию стеатоза. Считается, что образование аддукта в результате реакции трехметильного радикала с ДНК является инициатором развития рака печени. При взаимодействии с кислородом этот радикал превращается в высокорективный трихлорметилпероксидный радикал, который запускает цепную реакцию перекисного окисления липидов и повреждает полиненасыщенные жирные кислоты, в частности те, что связаны с фосфолипидами [5]. Эти эффекты могут приводить к изменению проницаемости клеточных мембран, митохондрий и эндоплазматического ретикулула, вызывая сбой в нормальном функционировании клеток. Таким образом, свободные радикалы, включая активные формы кислорода (АФК), связанные с окислительным стрессом, могут играть ключевую роль в повреждении печени, вызванном ТХМ. ТХМ-индуцированный окислительный стресс считается одним из основных механизмов, посредством которых происходит повреждение гепатоцеллюлярной системы [14,15].

При анализе экспрессии гена *Gclc* в ответ на введение ТХМ мы наблюдали, что спустя 24 часа с момента начала эксперимента при всех видах коррекции уровень транскриптов гена *Gclc* был понижен и не превышал значений положительного контроля. Стоит отметить, что влияние препаратов коррекции оказалось статистически незначимым, в связи с чем нельзя утверждать, что лечение данными препаратами усугубляет патологию печени, вызванную однократным введением ТХМ.

Алкоголь является широко используемым гепатотоксином при экспериментальной гепатопатии. Патогенез алкоголь-индуцированного заболевания печени достаточно хорошо изучен, и одним из важных механизмов повреждения клеточных структур при данной патологии считается усиление продукции свободных радикалов [16, 17, 18].

Клеточные нарушения, возникающие в результате чрезмерного потребления алкоголя, приводят к повышенному образованию биомаркеров окислительного стресса, таких как малоновый диальдегид (МДА), увеличивают экспрессию CD95 (трансмембранный белок лимфоидной системы, опосредующий апоптоз), способствуют снижению уровня восстановленного глутатиона (GSH) и активности антиоксидантных ферментов [19, 20].

Несмотря на то что введение животным этанола в нашем эксперименте статистически незначимо снижало экспрессию гена *Gclc* ($p=0,161$), сопутствующая коррекция ОМУ показала отчетливый положительный эффект в отношении изучаемого показателя ($p=0,005$), что может свидетельствовать о защитном действии, а также потенциале применения при остром токсическом повреждении печени этанолом.

Заключение. Таким образом, данные, полученные на основе изучения активности гена *Gclc* у крыс, позволяют предположить, что введение ОМУ в условиях острого токсического гепатита, индуцированного этанолом, может иметь существенный гепатопротекторный эффект. Однако исследования в этом направлении требуют продолжения для анализа эффективности изученных препаратов при длительном применении и для определения наиболее оптимальных доз.

Список литературы:

1. Огурцов Ю.А., Назарова Л.Е. Влияние новых производных коричной кислоты на антитоксическую и экскреторную функцию печени с экспериментальным токсическим гепатитом. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2006; 23: 76-77.
2. McGill MR, Jaeschke H. Metabolism and disposition of acetaminophen: recent advances in relation to hepatotoxicity and diagnosis. *Pharm Res.* 2013; 30(9):2174–2187. doi: 10.1007/s11095-013-1007-6.
3. Hadayat Ullah, Ashrafullah Khan, Muhammad Waleed Baig, Naseem Ullah, Naveed Ahmed, Muhammad Khalid Tipu et al. Poncirin attenuates CCL4-induced liver injury through inhibition of oxidative stress and inflammatory cytokines in mice. *BMC Complement Med Ther.* 2020; 20: 115. doi: 10.1186/s12906-020-02906-7.
4. Starkel P., Leclercq I.A. Animal models for the study of hepatic fibrosis. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.* 2011; 25:319–333.
5. Veronika Sarnatskaya, Victor Mikhailenko, Igor Prokopenko, Bogdan I. Gerashchenko, Oksana Shevchuk, Larysa Yushko et al. The effect of two formulations of carbon enterosorbents on oxidative stress indexes and molecular conformation of serum albumin in experimental animals exposed to CCl₄. *Heliyon.* 2020; 6(1): e03126. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e03126/.

6. Natalia A. Osna, Terrence M. Donohue and Kusum K. Kharbanda. Alcoholic Liver Disease: Pathogenesis and Current Management. *Alcohol Res.* 2017; 38(2): 147-161.
7. Yang Y, Dieter MZ, Chen Y, Shertzer HG, Nebert DW, Dalton TP / Initial characterization of the glutamate-cysteine ligase modifier subunit Gclm(-/-) knockout mouse. Novel model system for a severely compromised oxidative stress response // *J Biol Chem.* 2002;277(51):49446-52. DOI: 10.1074/jbc.M209372200.
8. Lisa A. McConnachie, Isaac Mohar, Francesca N. Hudson, Carol B. Ware, Warren C. Ladiges, Carolina Fernandez et al. Glutamate Cysteine Ligase Modifier Subunit Deficiency and Gender as Determinants of Acetaminophen-Induced Hepatotoxicity in Mice. *Toxicological Sciences.* 2007;99:628-636. doi.org/10.1093/toxsci/kfm165.
9. Sheng Y, Liang Q, Deng Z, Ji L, Wang Z. Drug. Acetaminophen induced gender-dependent liver injury and the involvement of GCL and GPx. *Discov Ther.* 2013; 7(2):78-83.
10. Ji LL, Sheng YC, Zheng ZY, Shi L, Wang ZT. The involvement of p62-Keap1-Nrf2 antioxidative signaling pathway and JNK in the protection of natural flavonoid quercetin against hepatotoxicity. *Free Radic Biol Med.* 2015; 85:12-23. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2015.03.035.
11. Chen HW, Huang CS, Li CC, Lin AH, Huang YJ, Wang TS et al. Bioavailability of andrographolide and protection against carbon tetrachloride-induced oxidative damage in rats. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2014; 280(1):1-9. doi: 10.1016/j.taap.2014.07.024.
12. Seo Yeon Lee and Kwang Suk Ko. Effects of S-Adenosylmethionine and Its Combinations With Taurine and/or Betaine on Glutathione Homeostasis in Ethanol-induced Acute Hepatotoxicity. *J Cancer Prev.* 2016; 21(3): 164–172. doi: 10.15430/JCP.2016.21.3.164.
13. Dianne Botta et al. Modulating GSH synthesis using glutamate cysteine ligase transgenic and gene-targeted mice. *Drug Metab Rev.* 2008;40(3):465-77. doi: 10.1080/03602530802186587.
14. Zi-Wei Zhao, Jen-Chih Chang, Li-Wei Lin, Fan-Hsuan Tsai, Hung-Chi Chang and Chi-Rei Wu. Comparison of the Hepatoprotective Effects of Four Endemic Cirsium Species Extracts from Taiwan on CCl₄-Induced Acute Liver Damage in C57BL/6 Mice. *Int J Mol Sci.* 2018; 19(5): 1329. doi: 10.3390/ijms19051329/.

15. Jie Fan, Qingshan Chen, Liwen Wei, Xiaoming Zhou, Rong Wang, and Hai Zhang. Asiatic acid ameliorates CCl₄-induced liver fibrosis in rats: involvement of Nrf2/ARE, NF- κ B/I κ B α , and JAK1/STAT3 signaling pathways. *Drug Des Devel Ther.* 2018; 12: 3595–3605. doi: 10.2147/DDDT.S179876.
16. Seo Yeon Lee and Kwang Suk Ko. Effects of S-Adenosylmethionine and Its Combinations with Taurine and/or Betaine on Glutathione Homeostasis in Ethanol-induced Acute Hepatotoxicity. *J Cancer Prev.* 2016; 21(3): 164–172. doi: 10.15430/JCP.2016.21.3.164.
17. Aleksandra Kołota, Dominika Głąbska, Michał Oczkowski, and Joanna Gromadzka-Ostrowska. Influence of Alcohol Consumption on Body Mass Gain and Liver Antioxidant Defense in Adolescent Growing Male Rats. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16(13): 2320. doi: 10.3390/ijerph16132320.
18. Ambade A, Mandrekar P. Oxidative stress and inflammation: Essential partners in alcoholic liver disease. *International Journal of Hepatology.* 2012;2012:85317
19. Omolola R. Oyenihi, Blessing A. Afolabi, Ayodeji B. Oyenihi, Olusegun J. Ogunmokun and Oluwafemi O. Oguntibejuc. Hepato- and neuro-protective effects of watermelon juice on acute ethanol-induced oxidative stress in rats. *Toxicol Rep.* 2016; 3: 288–294. doi: 10.1016/j.toxrep.2016.01.003.
20. Shaogui Wang, Hong-Min Ni, Kenneth Dorko, Sean C. Kumer, Timothy M. Schmitt, Atta Nawabi et al. Increased hepatic receptor interacting protein kinase 3 expression due to impaired proteasomal functions contributes to alcohol-induced

References:

1. Ogurtsov Yu.A., Nazarova L.E. The effect of new derivatives of cinnamic acid on the antitoxic and excretory function of the liver with experimental toxic hepatitis. *Proceedings of higher educational institutions. North Caucasian region. Series: Natural Sciences.* 2006;23: 76-77.
2. McGill MR, Jaeschke H. Metabolism and disposition of acetaminophen: recent advances in relation to hepatotoxicity and diagnosis. *Pharm Res.* 2013; 30(9):2174–2187. doi: 10.1007/s11095-013-1007-6.
3. Hadayat Ullah, Ashrafullah Khan, Muhammad Waleed Baig, Naseem Ullah, Naveed Ahmed, Muhammad Khalid Tipu et al. Poncirin attenuates CCL₄-induced liver injury through inhibition of oxidative stress and inflammatory

- cytokines in mice. *BMC Complement Med Ther.* 2020; 20: 115. doi: 10.1186/s12906-020-02906-7.
4. Starkel P., Leclercq I.A. Animal models for the study of hepatic fibrosis. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.* 2011; 25:319–333.
 5. Veronika Sarnatskaya, Victor Mikhailenko, Igor Prokopenko, Bogdan I. Gerashchenko, Oksana Shevchuk, Larysa Yushko et al. The effect of two formulations of carbon enterosorbents on oxidative stress indexes and molecular conformation of serum albumin in experimental animals exposed to CCl₄. *Heliyon.* 2020; 6(1): e03126. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e03126/.
 6. Natalia A. Osna, Terrence M. Donohue and Kusum K. Kharbanda. Alcoholic Liver Disease: Pathogenesis and Current Management. *Alcohol Res.* 2017; 38(2): 147-161.
 7. Yang Y, Dieter MZ, Chen Y, Shertzer HG, Nebert DW, Dalton TP / Initial characterization of the glutamate-cysteine ligase modifier subunit Gclm(-/-) knockout mouse. Novel model system for a severely compromised oxidative stress response. *J Biol Chem.* 2002; 277(51):49446-52. DOI: 10.1074/jbc.M209372200.
 8. Lisa A. McConnachie, Isaac Mohar, Francesca N. Hudson, Carol B. Ware, Warren C. Ladiges, Carolina Fernandez et al. Glutamate Cysteine Ligase Modifier Subunit Deficiency and Gender as Determinants of Acetaminophen-Induced Hepatotoxicity in Mice. *Toxicological Sciences.* 2007; 99:628-636. doi.org/10.1093/toxsci/kfm165.
 9. Sheng Y, Liang Q, Deng Z, Ji L, Wang Z. Drug. Acetaminophen induced gender-dependent liver injury and the involvement of GCL and GPx. *Discov Ther.* 2013; 7(2):78-83.
 10. Ji LL, Sheng YC, Zheng ZY, Shi L, Wang ZT. The involvement of p62-Keap1-Nrf2 antioxidative signaling pathway and JNK in the protection of natural flavonoid quercetin against hepatotoxicity. *Free Radic Biol Med.* 2015; 85:12-23. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2015.03.035.
 11. Chen HW, Huang CS, Li CC, Lin AH, Huang YJ, Wang TS et al. Bioavailability of andrographolide and protection against carbon tetrachloride-induced oxidative damage in rats. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2014; 280(1):1-9. doi: 10.1016/j.taap.2014.07.024.
 12. Seo Yeon Lee and Kwang Suk Ko. Effects of S-Adenosylmethionine and Its Combinations With Taurine and/or Betaine on Glutathione Homeostasis in

- Ethanol-induced Acute Hepatotoxicity. *J Cancer Prev.* 2016; 21(3): 164–172. doi: 10.15430/JCP.2016.21.3.164.
13. Dianne Botta et al. Modulating GSH synthesis using glutamate cysteine ligase transgenic and gene-targeted mice. *Drug Metab Rev.* 2008;40(3):465-77. doi: 10.1080/03602530802186587.
 14. Zi-Wei Zhao, Jen-Chih Chang, Li-Wei Lin, Fan-Hsuan Tsai, Hung-Chi Chang and Chi-Rei Wu. Comparison of the Hepatoprotective Effects of Four Endemic Cirsium Species Extracts from Taiwan on CCl₄-Induced Acute Liver Damage in C57BL/6 Mice. *Int J Mol Sci.* 2018; 19(5): 1329. doi: 10.3390/ijms19051329/.
 15. Jie Fan, Qingshan Chen, Liwen Wei, Xiaoming Zhou, Rong Wang, and Hai Zhang. Asiatic acid ameliorates CCl₄-induced liver fibrosis in rats: involvement of Nrf2/ARE, NF- κ B/I κ B α , and JAK1/STAT3 signaling pathways. *Drug Des Devel Ther.* 2018; 12: 3595–3605. doi: 10.2147/DDDT.S179876.
 16. Seo Yeon Lee and Kwang Suk Ko. Effects of S-Adenosylmethionine and Its Combinations with Taurine and/or Betaine on Glutathione Homeostasis in Ethanol-induced Acute Hepatotoxicity. *J Cancer Prev.* 2016; 21(3): 164–172. doi: 10.15430/JCP.2016.21.3.164.
 17. Aleksandra Kołota, Dominika Głąbska, Michał Oczkowski, and Joanna Gromadzka-Ostrowska. Influence of Alcohol Consumption on Body Mass Gain and Liver Antioxidant Defense in Adolescent Growing Male Rats. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16(13): 2320. doi: 10.3390/ijerph16132320.
 18. Ambade A, Mandrekar P. Oxidative stress and inflammation: Essential partners in alcoholic liver disease. *International Journal of Hepatology.* 2012;2012:85317
 19. Omolola R. Oyenihi, Blessing A. Afolabi, Ayodeji B. Oyenihi, Olusegun J. Ogunmokun and Oluwafemi O. Oguntibejuc. Hepato- and neuro-protective effects of watermelon juice on acute ethanol-induced oxidative stress in rats. *Toxicol Rep.* 2016; 3: 288–294. doi: 10.1016/j.toxrep.2016.01.003.
 20. Shaogui Wang, Hong-Min Ni, Kenneth Dorko, Sean C. Kumer, Timothy M. Schmitt, Atta Nawabi et al. Increased hepatic receptor interacting protein kinase 3 expression due to impaired proteasomal functions contributes to alcohol-induced.

Поступила/Received: 03.09.2021

Принята в печать/Accepted: 01.12.2021

УДК 616.1:616-051

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

Карамова Л.М., Валеева Э.Т., Власова Н.В., Галимова Р.Р.

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

Труд медицинских работников характеризуется наличием в процессе трудовой и профессиональной деятельности комплекса профессионально-производственных факторов, способных инициировать и пролонгировать развитие болезней системы кровообращения (БСК). Цель данной работы - провести оценку условий труда и деятельности медицинских работников как профессиональных факторов риска развития БСК. Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса проведена в соответствии с Р 2.2.2006-05¹ с использованием материалов производственного контроля², социально-гигиенического мониторинга и специальной оценки условий труда³. Состояние здоровья медицинских работников оценивалось на основании результатов периодического медицинского осмотра согласно приказу Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302-н⁴, степень профессиональной обусловленности заболеваний – в соответствии с Р 2.2.1766-03⁵. Ведущее место среди неблагоприятных факторов трудового процесса у медицинских работников принадлежит напряженности труда за счет нервно-эмоциональной нагрузки, высокой ответственности, круглосуточного и ночного режима работы (класс 3.2-3.3), что способствует повышению содержания концентраций кортизола, адреналина, артериального давления.

¹ Руководство «Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», Р 2.2.2006-05

² СП 1.1.1058-01 Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

³ Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 14.11.2016) «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

⁴ Приказ Минздравсоцразвития России от 12 апреля 2011 года № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования) и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

⁵ Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»

Тяжесть трудового процесса у отдельных профессиональных групп ведет к физическому переутомлению, статическому перенапряжению (класс 3.1-3.2), что способствует нарушению кровообращения, повышению артериального давления (АД), дислипидемии, активации факторов коагуляции.

Химический фактор представлен лекарствами, средствами для наркоза и дезинфекции (класс 3.1-3.2) многие из которых оказывают кардиопротекторное действие.

Физический фактор, излучающий электромагнитное, лучевое, световое и т.д. воздействие, может оказывать атерогенное и кардиотоксическое воздействие на организм.

Наиболее высокий класс опасности условий труда наблюдается у врачей хирургического профиля и медработников станции скорой помощи.

Распространенность БСК среди медицинских работников выше, чем среди населения и работников других отраслей промышленности. Самые высокие уровни заболеваемости БСК отмечены у специалистов с наиболее вредными условиями труда с высокой степенью профессиональной обусловленности. Определена этапность формирования БСК, которую необходимо учитывать при диагностике выделения групп «риска» и проведении профилактических и реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: производственно-профессиональные риски; болезни системы кровообращения; медицинские работники.

Для цитирования: Карамова Л.М., Валеева Э.Т., Власова Н.В., Галимова Р.Р. Производственно-профессиональные риски болезней системы кровообращения у медицинских работников. Медицина труда и экология человека. 2021;4:171-189

Для корреспонденции: Власова Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» 450106, Россия, Республика Башкортостан, Уфа, ул. Степана Кувыкина, д. 94; e-mail: vnv.vlasova@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10411>

INDUSTRIAL AND OCCUPATIONAL RISKS FOR THE CIRCULATORY SYSTEM DISEASES IN HEALTHCARE WORKERS

L.M. Karamova, E.T. Valeeva, N.V. Vlasova, R.R. Galimova

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

The prevalence of the circulatory system diseases (CSD) among healthcare workers, according to studies by various authors, ranges from 39.6 to 55.8 cases per 100 examined and ranks first in the structure of the total incidence. The work of healthcare workers is characterized by the presence in the process of work and occupational activity of a complex of occupational factors capable of initiating and prolonging the development of BSC. The purpose of this work is to assess the working conditions and activities of healthcare workers as occupational risk factors for the development of CSD. A hygienic assessment of the work environment factors and the work process was carried out in accordance with R 2.2.2006-05¹ using materials from production control², social and hygienic monitoring and a special assessment of working conditions³. The health status of healthcare workers was evaluated on the basis of the results of a periodic medical examination according to the order of the Ministry of Health and Social Development of Russia dated 12.04.2011 N 302-n⁴, the degree of the occupational disease was evaluated in accordance with R 2.2.1766-03⁵. The leading place among the unfavorable factors of the work process among healthcare workers belongs to work intensity due to neuro-emotional stress, high responsibility, round-the-clock and night-time work (class 3.2-3.3), which contribute to an increase in the concentration of cortisol, adrenaline, and blood pressure.

The severity of the work process in certain occupational groups leads to physical fatigue, static overstrain (class 3.1-3.2), which contributes to circulatory disorders, increased blood pressure (BP), dyslipidemia, activation of coagulation factors.

The chemical factor, represented by drugs, anesthetics and disinfectants (class 3.1-3.2), many of which have a cardioprotective effect.

A physical factor that emits electromagnetic, radiation, light, etc. impact, can have atherogenic and cardiotoxic effects on the body.

The highest class of hazardous working conditions is observed among doctors of a surgical profile and paramedics of an ambulance station.

The prevalence of CSD among healthcare workers is higher than among the population and workers in other industries. The highest levels of CSD morbidity were noted among specialists with the most harmful working conditions with a high degree of occupational conditioning. The stages in the development of CSD have been determined, which must be taken into account when diagnosing the allocation of "risk" groups and carrying out preventive and rehabilitation measures.

Keywords: *industrial and occupational risks; circulatory system diseases; healthcare workers.*

Citation: *L.M. Karamova, E.T. Valeeva, N.V. Vlasova, R.R. Galimova. Industrial and professional risks of the diseases of the circulatory system in medical workers. Occupational health and human ecology. 2021;4:171-189*

Correspondence: *Natalya V. Vlasova, Cand.Sc.(Biology), Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russia, e-mail: vnv.vlasova@yandex.ru.*

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

Financing: *The study had no financial support.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10411>

Болезни системы кровообращения (БСК) по распространенности и тяжести осложнений занимают ведущие места в структуре общей заболеваемости, среди причин инвалидности и преждевременной смертности населения трудоспособного возраста [1,2]. Основными причинами эпидемии сердечно-сосудистой патологии считаются факторы образа жизни: курение, употребление алкоголя, нерациональное питание, гиперхолестеринемия, гипертриглицеридемия, избыточная масса тела, гиподинамия.

Материалы социально-гигиенических исследований показывают, что БСК регистрируются у 37-41% населения, на современном этапе наблюдается беспрецедентный рост БСК среди населения. В Республике Башкортостан количество БСК с 31372,3 случаев в 2013 году возросло до 32253,4 на 100 тыс. взрослого населения в 2017 году. Они занимают третье-пятое место в структуре общей заболеваемости (9,8-14,5%) и первое – в структуре смертности (49,9%).

Здравоохранение относится к виду деятельности, где на работников воздействует комплекс факторов производственной среды: тяжесть и напряженность трудового процесса, биологические, химические, физические факторы, способствующие риску развития профессиональных,

профессионально-обусловленных заболеваний, в том числе и БСК. Распространенность БСК среди профессиональных групп медицинских работников различна (от 39,6 до 55,8 случая на 100 обследованных), однако у врачей практически всех специальностей БСК в структуре общей заболеваемости занимают первое место (25,0-27,6%), а среди средних медицинских работников второе – третье место [3].

Труд медработников характеризуется значительной интеллектуальной нагрузкой, повышенными требованиями к объему оперативной и долговременной памяти, вниманию, ряд специалистов (врачи, фельдшеры скорой медицинской помощи, врачи хирургического профиля) нередко работают в экстремальных, чрезвычайных ситуациях, что требует разработки комплекса профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья и поддержания необходимого уровня профессионализма [2,4-11].

Наличие довольно большого и разнообразного количества негативно действующих производственных и профессиональных факторов и высокий уровень распространенности БСК среди медицинских работников определяет необходимость оценки условий труда медицинских работников как факторов риска заболеваний БСК и обоснования предложений по их профилактике.

Цель работы – провести оценку условий труда и деятельности медицинских работников как факторов риска заболеваний БСК.

Методы исследования. Оценка производственно-профессиональной обусловленности заболеваний системы кровообращения среди медицинских работников проведена на основании выявления первично-следственной связи их с условиями труда в соответствии с Р 2.2.1766-05, с расчетом показателей доказательной медицины – атрибутивного риска, относительного риска и этиологической доли вклада факторов производственной среды и трудового процесса в развитие патологии. В качестве доказательной базы для оценки профессионального риска использованы результаты собственных научных исследований и других авторов, посвященных гигиенической оценке условий труда и профессиональной деятельности как факторов ущерба здоровью различных специальностей и профессий работников медицинских организаций [1-25].

Степень производственной обусловленности заболеваний оценивали в соответствии с Р.2.2.1766-03 в зависимости от показателей относительного риска (RR), этиологической доли (EF). Степень производственной

обусловленности при значениях $1 < RR < 1,4$ и $EF < 33\%$ считается малой, при $1,5 < RR < 2$ и $EF < 50\%$ - средней, при значениях $RR > 2$ и $EF > 50\%$ - высокой.

Результаты. Профессиональная обусловленность заболеваний органов кровообращения у медицинских работников определяется наличием в процессе трудовой деятельности вредных производственных факторов, потенциально способных инициировать и пролонгировать развитие сердечно-сосудистой патологии.

Факторами априорного профессионального риска у медицинских работников являются гиподинамия, длительная статическая нагрузка, локальное перенапряжение отдельных групп мышц, воздействие физических, химических, биологических факторов, психоэмоциональное напряжение, сменный, ночной график работы, определяющие тяжесть и напряженность трудового процесса.

К существенным факторам риска здоровью можно отнести возникшую в последние годы проблему снижения мотивации к труду.

Ведущее место среди неблагоприятных факторов трудового процесса всех групп медицинских работников занимает напряженность трудового процесса за счет нервно-эмоциональной нагрузки, дефицита времени, высокой ответственности за результат деятельности (лечения), непредсказуемости событий в срочных и неотложных ситуациях. Круглосуточный режим работы, ночные смены приводят к десинхронозу, хроническому недосыпанию, которые вносят значительный вклад в риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, способствуют развитию гипертонии, ожирения, более высокому потреблению кофеина, курению, развитию диабета, достоверному повышению концентраций кортизола, адреналина, глюкозы в крови. Известно, что напряженный режим работы у является причиной стресса 31,1% врачей хирургического профиля, у 23,2% работников терапевтических служб. Как следствие, у 48,5% медицинских работников, работающих по сменному графику, диагностированы те или иные БСК. На высокое нервно-эмоциональное напряжение в процессе трудовой деятельности указывают практически все врачи (92,2%) и 75,0-81,8% средних медработников.

Условия труда по показателю напряженности трудового процесса у врачей и сестер терапевтического профиля классифицируются как вредный 3 класс первой степени – 3.1, у специалистов хирургического профиля и

медицинских работников скорой медицинской помощи (СМП) вредный 3 класс второй-третьей степени – 3.2-3.3 (табл. 1).

Постоянный хронический психоэмоциональный стресс, физическое переутомление постепенно формируют синдром профессионального выгорания (СПВ), в фазе истощения которого находится 45,7% хирургов, 39,7% работников скорой помощи и 19,2% терапевтов. Возраст лиц с СПВ находится в пределах 45-50 лет. К психоэмоциональным факторам, влияющим на развитие СПВ, можно также отнести степень удовлетворенности своим трудом, межличностные и профессиональные взаимоотношения в коллективе и семье, оплата труда, качество жизни, соматическое благополучие. Психосоциальное состояние врача и медицинской сестры жизненно важно для безопасности и качества их профессиональной деятельности.

Таблица 1

Факторы рабочей среды медицинских работников

Факторы Профессии	Химический	Физический	Биологический	Напряжен. труда	Тяжесть труда	Итоговый класс условий труда
Хирурги, анестезиологи	3.1-3.2	3.1	2.0	3.2-3.3	3.1-3.2	3.2-3.3
Терапевты	2.0	2.0	2.0-3.1	2.0	2.0	2.0-3.1
Врачи СМП	2.0	3.1-3.2	2.0	3.2-3.3	3.2-3.3	3.2-3.3
Фтизиатры, инфекционисты	2.0	2.0	3.3	3.2	2.0	3.2-3.3
Врачи диагностических служб	2.0	3.1	3.2	2.0	2.0	3.1-3.2
Средние медицинские работники СМП	2.0	3.1	2.0	3.1	3.2	3.1-3.2
Средние медицинские работники хирургических отделений	3.1	3.1	2.0	3.1	3.1	3.1

Средние медицинские работники терапевтических отделений	2.0	2.0	2.0	2.0	3.1	2.0-3.1
---	-----	-----	-----	-----	-----	---------

Установлено, что средний показатель «суммарной степени стрессованности труда» у врачей всех специальностей более чем в 7 раз выше, чем, например, у работников нефтеперерабатывающих производств. К основным признакам формирующегося СПВ относятся: физическое утомление (врачи – 36,6–42,4%, средние медработники – 54,6–61,7%), повышение артериального давления, низкий уровень настроения, астеническое состояние. У лиц со сформировавшимся СПВ общая заболеваемость регистрируется на уровне 11142,7‰, что 1,8 раза выше, чем у медработников, у которых не выявлен СПВ (617,2‰). При этом 21,8% приходится на БСК. Пик формирования СПВ у работников приходится на возраст 30-49 лет при стаже работы от 10 до 20 лет, когда удельный вес БСК достигает 37,0-50,8%. Регрессионный анализ установил сильную прямую функциональную зависимость ($r=0,87$, $p<0,01$) между уровнем заболеваемости и стадиями развития СПВ.

Тяжесть труда медицинских работников определяется подъемом и переносом больных, вынужденной рабочей позой, длительной статической нагрузкой, которые ведут к физическому переутомлению, нарушению кровообращения, повышению артериального давления, астенизации. Физическое переутомление отмечают 36,6-42,4% врачей и 54,6-61,7% средних медработников. Регулярные физические перегрузки являются одной из причин развития артериальной гипертензии. Кратковременная динамическая физическая перегрузка может провоцировать развитие атерогенной дислипидемии, активацию факторов коагуляции, развитие синдрома Да-Косты, характеризующегося нарушением дыхания и работы сердца (повышение артериального давления, частоты пульса, боли в области сердца). Длительная статическая нагрузка при работе стоя способствует развитию хронической венозной недостаточности нижних конечностей.

Класс условий труда по показателям тяжести трудового процесса у различных профессиональных групп медицинских работников (подъем и перемещение тяжести, нахождение в неудобной позе, статические нагрузки) определяется от допустимого класса условий труда – 2 (терапевтический

профиль) до вредного 3 класса 2 степени вредности (хирурги, врачи и средний медицинский персонал СМП) (табл. 1).

Труд медицинских работников связан также с воздействием химических, биологических, физических факторов.

Воздействие комплекса химических соединений связано в основном с применением лекарственных препаратов, средств для наркоза, асептики и дезинфекции. В процессе труда медицинских работников широко используются анальгетики, гормоны, антибиотики, витамины, ноотропы, препараты, обладающие кардиопротекторным эффектом, концентрации которых на отдельных рабочих местах достигают предельно допустимых концентраций (ПДК). Хроническое воздействие ряда соединений увеличивает сердечный ритм, минутный объем кровообращения и, как следствие, влияет на атерогенную перестройку сосудов и миокарда, оказывает действие, соответствующее их свойствам. Класс условий труда по химическому фактору у отдельных групп медицинских работников (средний персонал, анестезиологи-реаниматологи, хирурги) соответствует вредному 3 классу 1 степени.

Работа среднего медицинского персонала и врачей учреждений противотуберкулезной службы, инфекционистов, отоларингологов, специалистов поликлиник и стационаров осуществляется в условиях постоянного воздействия биологического фактора бактериальной, грибковой и вирусной природы. Работники хирургического профиля, диагностических служб имеют непосредственный контакт с биологическим материалом (ткань больных, кровь, моча, мокрота, и т.д.). Класс условий труда по биологическому фактору соответствует вредному 3 классу 2-3 степени (табл. 1).

Специалисты диагностических, физиотерапевтических служб (рентгенологи, радиологи, физиотерапевты, УЗИ, МРТ, КТ) подвергаются воздействию электромагнитных полей различной частоты. Хроническое воздействие электромагнитных полей сверхвысоких частот оказывает атерогенное и кардиотоксическое действие и может привести к развитию синдромов, проявляющихся синусовой брадикардией, артериальной гипертензией (АГ), диэнцефальным кризом, ангиоспастическими реакциями, приводящими к нарушению коронарного и мозгового кровообращения.

Влияние ультразвука вызывает развитие периферических вегетативно-сенсорных нарушений, способствует формированию ангиодистонического синдрома и вегето-сенсорной нейропатии.

Углубленные медицинские осмотры, выполненные в различных учреждениях здравоохранения, показывают, что в среднем на 100 обследованных диагностируется 48,3 и 37,4 случая заболеваний сердечно-сосудистой системы среди врачей и средних медработников соответственно [3,5]. Удельный вес их составляет от 32,8 до 48,8% от общей заболеваемости [3]. Эти показатели оказываются заметно выше аналогичных, по сравнению с работниками различных промпредприятий, а также среди взрослого населения. Так, например, по результатам периодических медицинских осмотров (ПМО), проведенных в Республике Башкортостан медицинскими организациями с государственной и частной формой собственности в 8 городских округах, 54 муниципальных районах и городских поселениях, на 100 осмотренных работающего населения установлено от 18 до 20 случаев БСК, что составило 23,9% в структуре всей заболеваемости [23]. Среди работников нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий БСК диагностированы у 28,0%, производства хромовых соединений – у 26,0%, на птицефабрике – у 34,6% лиц [2, 10, 17, 23, 25].

Соотнесение показателей распространенности болезней БСК среди врачей и средних медицинских работников различных специальностей аналогичному показателю среди работающего населения республики 2015 года [25], принятого за фоновый уровень, показало значительное превышение частоты этой патологии у медицинских работников.

Относительно фоновых показателей среди медицинских работников добавочно (атрибутивный риск) на каждые 100 работников формируется от 7,2 до 37,8 новых случаев болезней сердечно-сосудистой системы.

Высокая степень профессиональной обусловленности БСК установлена врачам хирургических, терапевтических, фтизиатрических служб и СМП (RR=2,3-3,1; EF=56,5-67,7%). Наиболее высокий риск развития БСК имеют врачи СМП (RR=3,1; EF=67,7%). Средняя степень профессиональной обусловленности БСК определена у врачей диагностических служб стационара (RR=1,6-1,8; EF=33,3-44,4%) (табл. 2).

Таблица 2

Распространенность БСК среди медработников и количественная оценка их профессиональной обусловленности

Специальности	БСК, на 100 человек	AR, на 100 человек	RR	EF, %	Степень профессиональной обусловленности
Хирурги, анестезиологи	39,6	21,6	2,3	56,5	высокая
Терапевты	41,4	23,4	2,3	56,5	высокая
Врачи диагност. служб	32,4	14,4	1,8	44,4	средняя
Врачи СМП	55,8	37,8	3,1	67,7	высокая
Фтизиатры, инфекционисты	46,1	28,1	2,5	60,0	высокая
Врачи России	25,2	7,2	1,5	33,3	средняя
Средние мед. работники СМП	38,5	20,5	2,1	52,4	высокая
Средние медработники стационаров	35,7	17,7	1,8	44,4	средняя
Врачи (в среднем) [5,22]	48,3	30,3	2,6	61,0	высокая
Средние медработники (в среднем) [5,22]	37,4	19,4	2,0	50,0	высокая
Работающее население Республики Башкортостан	18,0	фон	фон	фон	фон

Примечание: БСК - болезни системы кровообращения, AR – атрибутивный риск, RR - относительный риск, EF - этиологическая доля.

Для врачей в таком случае атрибутивный риск составит 30,3 заболевания, для среднего медперсонала 19,4 заболевания на 100 человек и уровень относительного риска достигнет 2,6 у врачей и 2,0 у средних медицинских работников. Соответственно этиологическая доля профессиональных факторов составит 50,0-61,0%, что определяет высокую степень профессиональной обусловленности. Такие обобщенные показатели позволяют оценить труд медицинских работников как труд с высоким риском формирования сердечно-сосудистой патологии.

Оценка риска сердечно-сосудистых нарушений по системе SCORE, проведенная среди медицинских работников станции СМП, отделений гемодиализа, фтизиатров, инфекционистов, реаниматологов, стоматологов, терапевтических отделений стационаров показала, что большинство работников в возрасте до 40 лет относятся к группе умеренного риска и только 12,0-15,0% - к высокому уровню относительного сердечно-сосудистого риска. Работники старше 50 лет имеют высокий (20,0-22,0%) или очень высокий (10,0-12,5%) суммарный риск смерти от БСК.

Инструментальные исследования выявили ранние, в том числе доклинические признаки нарушения сердечно-сосудистой деятельности. По показателям электрокардиографии (ЭКГ) и эхокардиографии (Эхо КГ) установлено наличие признаков гипертрофии миокарда у 18,0% обследованных. Ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов (УДС), исследование магистральных артерий головного мозга выявило атеросклеротические стенотические признаки у 8,0% и нестенотические изменения у 12,2%, изменения артерий брахицефального ствола у 5,0% лиц. По данным суточного мониторирования артериального давления, у 16,8% работников определялось устойчивое повышенное артериальное давление в дневное и ночное время. Суточное ЭКГ мониторирование зафиксировало нарушение ритма и проводимости у 13,6% работников. Депрессия сегмента ST при физической нагрузке выявлена у 1,0% обследованных.

Обсуждение. Проведенные исследования показали, что труд медицинских работников связан с воздействием на организм сложного комплекса неблагоприятных факторов, сочетающих психоэмоциональные и физические нагрузки, химические, физические и биологические агенты. Комплекс вредных факторов рабочей среды и трудового процесса в целом оценивается вредным 3 классом первой-третьей степени (класс 3.1-3.3) и

включает факторы, которые могут способствовать или быть причиной формирования БСК.

Комплексное изучение состояния здоровья медицинских работников в различных регионах страны и наши собственные многолетние материалы показывают, что распространенность БСК и их удельный вес в структуре общей заболеваемости была выше, чем среди работников различных промышленных производств. Сравнение показателей распространенности БСК между ними выявило атрибутивный риск формирования новых заболеваний среди врачей от 7,2 до 37,2, среди средних медицинских работников от 17,7 до 20,5 случаев на 100 работников. Условия труда и профессиональная деятельность обуславливают до 56,5-67,7% БСК у врачей хирургического профиля, врачей и фельдшеров СМП, класс условий труда которых относится к вредному 3 классу второй–третьей степени (3.2-3.3), что свидетельствует о высокой степени профессиональной обусловленности ($EF=2,3-3,1$ $RR=56,5-67,7\%$). Оценка профессиональной обусловленности развития БСК позволяет выделить этапы формирования патологии сердечно-сосудистой системы:

- начальная стадия (мобилизация) – развивается при стаже работы до 5 лет. Эта стадия характеризуется стресс-реакцией (повышение кортизола, глюкозы, вегетососудистые расстройства, астения и вариабельность артериального давления);

- стадия напряженной адаптации – развивается при стаже от 5 до 15 лет работы. В этот период отмечаются различные метаболические изменения в организме: повышение холестерина, глюкозы, липопротеидов низкой плотности, индекса атерогенности, появляются боли в области сердца, тахикардия, вегето-тоническая лабильность. На ЭКГ появляются признаки гипертрофии левого желудочка, блокада ножек пучка Гиса;

- клиническая стадия (дезадаптация) – развивается при стаже работы более 15 лет. Появляются четкие и стойкие клинические проявления АГ. На фоне стресс-реакции (повышение кортизола, глюкозы) нарастает дислипидемия, повышается АД, развивается астенический синдром, появляются головные боли, одышка, на ЭКГ – гипертрофия левого желудочка. Иницированы атерогенные процессы (атеросклероз сосудов сердца, мозга, периферических сосудов, нарушение функции внутренних органов и т.д.).

Этапность развития БСК в зависимости от стажа работы медработников необходимо учитывать при проведении ПМО.

Заключение. Условия труда и профессиональная деятельность медицинских работников сопряжены с воздействием факторов, потенциально способных инициировать и пролонгировать нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы.

Согласно гигиенической оценке условий труда медицинских работников, комплекс производственно-профессиональных факторов (напряженность и тяжесть труда, химический, биологический, физический) оценены вредным 3 классом первой-третьей степени (класс 3.1-3.3), ведущим из них является напряженность трудового процесса (3.2-3.3). Наиболее высокий класс опасности условий труда определен для врачей хирургического профиля и медицинских работников станций СМП (3.2-3.3.3).

Следует отметить, что распространенность БСК среди медицинских работников была в 2 раза выше, чем среди населения (48,8 и 23,9% соответственно). Самые высокие уровни заболеваемости БСК и высокая степень (до 67,7%) их профессиональной обусловленности отмечены у специалистов с наиболее вредными условиями труда. У остальных медицинских работников профессиональная обусловленность соответствует средней степени развития БСК ($RR=1,6-1,8$; $EF=33,3-44,4\%$).

Оценка профессионального риска развития нарушений сердечно-сосудистой системы у медицинских работников позволила определить этапность в формировании БСК: начальную до 5 лет работы; стадию напряженной адаптации и клиническую стадию развития. Их необходимо учитывать при проведении ПМО в целях ранней диагностики, выделения группы «риска» по развитию БСК и проведения профилактической и реабилитационной работы.

Список литературы:

1. Аверьянова Т.А., Потеряева Н.Х., Трифонова Н.Я. Охрана здоровья медицинских работников в условиях модернизации здравоохранения. Сибирское медицинское обозрение. 2012; 1: 79-81.
2. Гимаева З.Ф., Каримова Л.К., Захарова Р.Р. Роль периодических медицинских осмотров в выявлении факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у работников нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Гигиена, профпатология и риски здоровью населения: Материалы

- Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Уфа; 2016: 408-412.
3. Сутырина О.М. Социально-гигиенические исследования заболеваемости, образа жизни и медицинских работников крупной многопрофильной больницы: Автореф. дис. ... канд.мед.наук. Москва; 2011.
 4. Артемьева Н.Н. Комплексная характеристика состояния здоровья среднего медицинского персонала скорой медицинской помощи: Автореф. дис. ... канд.мед.наук. Москва; 2011: 24.
 5. Бакумов П.А., Зернюкова Е.А., Гречкина Е.Р. Проблема здоровья и качество жизни медработников. Медицина труда и промышленная экология. 2013; 10: 33-35.
 6. Евстигнеев С.В., Васильев В.В. Социально-гигиенические основы здоровьесбережения медицинских работников в крупной клинической больнице. Современные проблемы гигиены и медицины труда. Уфа; 2015.
 7. Измеров Н.Ф. Труд и здоровье медиков. М. 2005.
 8. Карамова Л.М., Хафизова А.С., Башарова Г.Р. Современная характеристика состояний здоровья медицинских работников скорой медицинской помощи и других учреждений здравоохранения. Гигиена, профилактика и риски здоровья населения. Материалы Всероссийской научно - практической конференции с международным участием Уфа; 2016: 430-435.
 9. Шляхто Е.В., ред. Кардиология. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР – Медиа. 2015.
 10. Маликова А.И., Чудновец Г.М., Валеева Э.Т. и др. Оценка состояния здоровья работников в производствах хромовых соединений. Гигиена, профпатология и риски здорового населения. Материалы Всероссийской научно - практической конференции с международным участием. Уфа; 2016.
 11. Бакумов П.А., Волчанский М.Е., Зернюкова Е.А. и др. Появление эмоционального выгорания у врачей и медицинских сестер. Медицина труда и промышленная экология. 2018; 2: 30-36.
 12. Ахметшина В.Т., Бакиров А.Б., Валеева Э.Т. Закономерности формирования здоровья медицинских работников Респ. Башкортостан в современных условиях. Материалы второго Всероссийского съезда врачей-профпатологов. Ростов-на-Дону; 2006.

13. Бабанов С.А., Бараева С.А., Будащ Д.С. Поражения сердечно-сосудистой системы в практике врача профпатолога. Медицинский альманах. 2016; 4: 106-111.
14. Бердяева И.А. Медико-социальная характеристика врачей Амурской области: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: Хабаровск; 2012.
15. Васин В.А. Научное обоснование системы оздоровления медицинских работников скорой медицинской помощи: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: Москва; 2011.
16. Вредные химические вещества. Справочник. Под ред. В.А. Филева. Ленинград. Химия. 1999.
17. Гайнуллина М.К., Янбухтина Г.А., Красовский В.О. и др. Распространенность заболеваний у работниц птицеводческого комплекса по производству продукции уток. Гигиена, профпатология и риски здорового населения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Уфа; 2016.
18. Дубль Е.В. Преvalентность различных классов болезней среди медицинского персонала крупного стационара. Здоровье населения и среда обитания. 2015; 7: 17-21.
19. Карамова Л.М., Нафиков Р.Г. Синдром профессионального выгорания у медицинских работников станций скорой медицинской помощи. Вестник РГМУ. 2013; 5-6: 133-135.
20. Красовский В.О., Карамова Л.М., Башарова Г.Р., Галиуллина А.Р. Клиническая и гигиеническая оценка профессиональных рисков здоровью медицинских работников станций скорой помощи. Современные проблемы науки и образования. 2016; 4: 15-18.
21. Тимербулатов Р.Ф., Зулькарнаев Т.Р., Тимербулатов Ф.Д. и др. Характеристика состояния сердечно-сосудистой системы у работников выездных бригад скорой медицинской помощи в процессе трудовой деятельности. Профилактическая медицина. 2012; 1: 16-19.
22. Эхте К.А. Научное обоснование мероприятий по оптимизации медико-социальных условий профессиональной деятельности российского врача по материалам Тверской области. Автореф. дис. ... д.м.н. Москва; 2013.
23. Christensen T.S. Cardiovascular diseases and the work environment. A critical review of the epidemiologic literature on chemical factors. Work Environ. Health. 1989; 15: 245-164.

24. Clough B. A. et al. Psychosocial interventions for managing occupational stress and burnout among medical doctors: a systematic review. *Systematic Reviews*. 2017; 6: 144.
25. Валеева Э.Т., Бакиров А.Б., Гирфанова Л.В. и др. Анализ качества периодических медицинских осмотров работающего населения Республики Башкортостан. Гигиена, профпатология и риски здорового населения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Уфа; 2016.

References:

1. Averyanova T.A., Poteryaeva N.Kh., Trifonova N.Ya. Protecting the health of medical workers in the context of healthcare modernization. *Siberian Medical Review*. 2012; 1: 79-81. (in Russian).
2. Gimaeva Z.F., Karimova L.K., Zakharova R.R. The role of periodic medical examinations in identifying risk factors for cardiovascular disease in refineries and petrochemicals. *Hygiene, occupational pathology and public health risks: Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Ufa 2016: 408-412. (in Russian).
3. Sutyryna O.M. Social and hygienic studies of the incidence, lifestyle and medical workers of a large multidisciplinary hospital: abstract. dis. Ph.D. Moscow; 2011: 24. (in Russian).
4. Artemyeva N.N. A comprehensive description of the health status of paramedical ambulance personnel: Abstract. dis. Ph.D. Moscow; 2011: 24. (in Russian).
5. Bakumov P.A., Zernyukova E.A., Grechkina E.R. The health problem and the quality of life of health workers. *Occupational medicine and prom. Ecology*. 2013; 10: 33-35. (in Russian).
6. Evstigneev S.V., Vasiliev V.V. Socio-hygienic fundamentals of the health savings of medical workers in a large clinical hospital. *Modern problems of hygiene and occupational medicine*. Ufa 2015: 345-351. (in Russian).
7. Izmerov N.F. *Work and health of doctors*. M. 2005; 38. (in Russian).
8. Karamova L.M., Hafizova A.S., Basharova G.R. A modern description of the health conditions of emergency medical workers and other healthcare institutions. *Hygiene, prevention and public health risks. Materials of the All-Russian scientific - practical conference with international participation*. Ufa; 2016: 430-435. (in Russian).

9. Cardiology. National Leadership. Ed. E.V. Shlyakhto. M.: TEOTAR - Media.2015; 800. (in Russian).
10. Malikova A.I., Chudnovets G.M., Valeeva E.T. et al. Assessment of the health status of workers in the production of chromium compounds. Hygiene, occupational pathology and the risks of a healthy population. Materials of the All-Russian scientific - practical conference with international participation. Ufa 2016: 468-473. (in Russian).
11. Bakumov P.A., Volchansky M.E., Zernyukova E.A. et al. The appearance of burnout in doctors and nurses. Occupational medicine and industrial ecology. 2018; 2: 30-36. (in Russian).
12. Akhmetshina V.T., Bakirov A.B., Valeeva E.T. Patterns of the formation of the health of medical workers Rep. Bashkortostan in modern conditions. Materials of the Second All-Russian Congress of Occupational Pathologists. Rostov-on-Don; 2006: 111-112. (in Russian).
13. Babanov S.A., Baraeva S.A., Budash D.S. Lesions of the cardiovascular system in the practice of a physician occupational therapist. Medical almanac. 2016; 4: 106-111. (in Russian).
14. Berdyaev I.A. Medical and social characteristics of doctors of the Amur region: author. dis. Ph.D. - Khabarovsk; 2012: 24. (in Russian).
15. Vasin V.A. The scientific substantiation of the system for the rehabilitation of emergency medical personnel: Abstract. dis. Ph.D. Moscow; 2011: 24. (in Russian).
16. Harmful chemicals. Handbook. Ed. V.A. Filev. Leningrad. Chemistry.1999; 732. (in Russian).
17. Gainullina M.K., Yanbuhtina G.A., Krasovsky V.O. and others. The prevalence of diseases among workers of the poultry complex for the production of duck products. Hygiene, occupational pathology and the risks of a healthy population. Materials of the All-Russian scientific - practical conference with international participation. Ufa 2016: 381-389. (in Russian).
18. Double E.V. The prevalence of various classes of diseases among the medical staff of a large hospital. *Public health and habitat*. 2015; 7: 17-21. (in Russian).
19. Karamova L.M., Nafikov R.G. Burnout syndrome among medical personnel at ambulance stations. Bulletin of RSMU. 2013; 5-6: 133-135. (in Russian).
20. Krasovsky V.O., Karamova L.M., Basharova G.R., Galiullina A.R. Clinical and hygienic assessment of occupational health risks for ambulance station medical

- personnel. Modern problems of science and education.2016; 4: 15-18. (in Russian).
21. Timerbulatov R.F., Zulkarnaev T.R., Timerbulatov F.D. and others. Characterization of the state of the cardiovascular system in workers of visiting ambulance teams in the process of labor activity. Preventative medicine. 2012; 1: 16-19. (in Russian).
 22. Ehte K.A. Scientific substantiation of measures to optimize the medical and social conditions of the professional activity of a Russian doctor based on materials from the Tver region. Abstract. dis. Dr. honey. sciences. Moscow; 2013: 46.
 23. Christensen T.S. Cardiovascular diseases and the work environment. A critical review of the epidemiologic literature on chemical factors. Work Environ. Health.1989; 15: 245-164.
 24. Clough B. A. et al. Psychosocial interventions for managing occupational stress and burnout among medical doctors: a systematic review. Systematic Reviews.2017; 6: 144.
 25. Valeeva E.T. Bakirov A.B. Girfanova L.V. et al. Quality analysis of periodic medical examinations of the working population of the Republic of Bashkortostan. Materials of the All-Russian scientific - practical conference with international participation. Ufa 2016: 375-380.

Поступила/Received: 02.04.2021

Принята в печать/Accepted: 12.10.2021

УДК 572.08: 611.9

**ТОПОГРАФИЯ ЖИРООТЛОЖЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ
С АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМОЙ ПАТОЛОГИЕЙ В АСПЕКТЕ
ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА**

Семенов М.М., Выборная К.В., Лапик И.А., Струтынская М.А., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия

Цель работы заключалась в сравнительной оценке топографии жировотложения у пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями. В статье представлены результаты антропометрического измерения пациентов (n=163, 67 мужчин и 96 женщин, находящихся в первом и втором периодах зрелого возраста) с алиментарно-зависимыми патологиями, такими как сахарный диабет 2-го типа и ожирение различных степеней. У обследуемых измеряли тотальные и обхватные размеры тела, толщины кожно-жировых складок на различных участках туловища и конечностях, а также расчетным методом определяли жировую массу тела в абсолютных и относительных величинах. Показано, что независимо от пола наибольшее количество жировой ткани находится в области живота, на спине под лопаткой, над подвздошным гребнем и на проксимальной части бедра, затем – на плече сзади, проксимальной части голени, плече спереди и предплечье.

Ключевые слова: антропометрия, индекс массы тела, кожно-жировые складки, жировая масса тела, пациенты с алиментарно-зависимой патологией, ожирение, сахарный диабет 2-го типа

Для цитирования: Семенов М.М., Выборная К.В., Лапик И.А., Струтынская М.А., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б. Топография жировотложения у пациентов с алиментарно-зависимой патологией в аспекте полового диморфизма. Медицина труда и экология человека. 2021;4:190-202

Для корреспонденции: Семенов Мурадин Мудалифович, научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», e-mail: muradin-81@mail.ru

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10412>

FAT DEPOSITION TOPOGRAPHY IN PATIENTS WITH ALIMENTARY-DEPENDENT PATHOLOGY IN THE ASPECT OF SEXUAL DIMORPHISM

Semenov M.M., Vybornaya K.V., Lapik I.A., Strutynskaya M.A., Radzhabkadiev R.M., Nikityuk D.B.

*Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety,
Moscow, Russia;*

The purpose of the work was to compare the topography of fat deposition in patients with alimentary-dependent pathologies. The article presents the results of anthropometric measurements of patients (n = 163, 67 men and 96 women in the first and second periods of adulthood) with alimentary-dependent pathologies, such as obesity of varying degrees and type 2 diabetes mellitus. The total and girth dimensions of the body, the thickness of the skin-fat folds in various parts of the body, on arms and legs, and the fat mass in absolute and relative values were determined. It was shown that, regardless of gender, the greatest amount of adipose tissue is located in the abdomen, on the back under the scapula, above the iliac crest and on the proximal part of the thigh, then on the back shoulder, on the lower leg, on the front shoulder and on the forearm.

Key words: *anthropometry, body mass index, skin and fat folds, fat mass, patients with alimentary-dependent pathology, obesity, type 2 diabetes mellitus*

Citation: *Semenov M.M., Vybornaya K.V., Lapik I.A., Strutynskaya M.A., Radzhabkadiev R.M., Nikityuk D.B. Fat deposition topography in patients with alimentary-dependent pathology in the aspect of sexual dimorphism. Occupational health and human ecology. 2021;4:190-202*

Correspondence: *Muradin M. Semenov, Reseacher at the Laboratory of Sports Anthropology and Nutritionology, «FRC of Nutrition and Biotechnology», e-mail: muradin-81@mail.ru*

Financing: *The study had no financial support.*

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10412>

Анализ состава тела и оценка телосложения пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями в клинической практике используется для анализа предрасположенности к различным заболеваниям, разработки

индивидуальных подходов к профилактике болезней и для назначения эффективной диетотерапии [1, 2, 3, 4, 5].

В настоящее время для изучения компонентного состава тела наряду с классической антропометрией используются различные методы. В связи со сравнительной простотой использования и достоверно-сопоставимыми с эталонными методами результатами, особую популярность приобрели биоимпедансные анализаторы состава тела [6, 7]. Также важное значение в диетологии для оценки физического развития и количества жировой массы тела имеет расчет индекса массы тела (ИМТ) с учетом соматотипологических особенностей индивида [8, 9, 10, 11].

Имеются генетические маркеры предрасположенности к отложению жирового компонента массы тела, которые наряду с соматотипологическими особенностями могут использоваться для предупреждения развития алиментарно-зависимых патологий [12, 13, 14, 15, 16, 17].

Оценка топографии жиросотложения пациентов с различными степенями ожирения возможна с применением антропометрического метода, включающего как измерение обхватных размеров туловища и конечностей, так и калиперометрию – измерение толщин кожно-жировых складок (КЖС) на различных участках тела [19, 20]. Однако следует учитывать, что исследователь должен иметь необходимую квалификацию и опыт, а также пользоваться поверенным и качественным антропометрическим инструментарием. Из недостатков антропометрического метода можно выделить следующие: при измерении кожно-жировых складок антропометрическим методом у пациентов со II и III степенями ожирения существует ограничение возможностей открытия браншей калиперов различных модификаций; стандартная сантиметровая лента (1,5 метра) не всегда достаточна для измерения окружностей туловища.

Цель исследования – сравнительная оценка топографии жиросотложения у пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями в аспекте полового диморфизма.

Материалы и методы. На базе клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в 2019-2021 гг. было проведено комплексное антропометрическое обследование 163 пациентов первого (1ПЗВ) и второго (2ПЗВ) периода зрелого возраста, имеющих в анамнезе алиментарно-зависимые патологии – ожирение различной степени и сахарный диабет 2-го типа. Из них 67 - мужчины (средний возраст $41,4 \pm 11,0$ лет) и 96 - женщины (средний возраст $44,0 \pm 11,9$ лет), у всех обследуемых ИМТ ≥ 30 . У пациентов измеряли тотальные размеры тела, обхват талии и бедер и толщины КЖС на различных участках тела.

Антропометрические измерения проводили по стандартной методике, принятой в НИИ и Музее антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова. Длину тела (ДТ) измеряли антропометром Мартина, массу тела (МТ) – на электронных весах, обхватные размеры - прорезиненной сантиметровой лентой. Толщины КЖС измеряли калипером Ланге (в мм) на 8 участках тела для женщин и на 9 участках для мужчин: складка на спине под лопаткой (КЖС1), на плече сзади (КЖС2) и спереди (КЖС3), на предплечье (КЖС4), на животе (КЖС5), над подвздошным гребнем (КЖС6), на бедре (КЖС7), на голени сидя (КЖС8) и на груди (у мужчин) (КЖС9). Абсолютное (ЖМТ_{кг}) и относительное (ЖМТ%) количество жировой массы тела определяли по формулам Й. Матейки [18]. Рассчитывали ИМТ и индекс соотношения обхвата талии (ОТ) к обхвату бедер (ОБ) – ИТБ [19, 20].

Все материалы исследования были собраны с соблюдением правил биоэтики и с подписанием протоколов информированного согласия. В соответствии с законом о персональных данных сведения были деперсонифицированы. Исследование одобрено комитетом по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (протокол №16 от 12.03.2019 г.).

Обработку данных выполняли с использованием программы MS Excel 2007 и Statistica 10. Проверку гипотезы нормальности распределения признаков проводили с использованием критерия Колмогорова-Смирнова; достоверность различий средних значений изучаемых признаков оценивали по t-критерию Стьюдента; статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$; данные представлены в формате $M \pm \sigma$, где M – среднее арифметическое, σ – стандартное отклонение [21].

Результаты исследования. Антропометрические характеристики обследованных пациентов с учетом разделения их по половозрастным группам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Антропометрические характеристики пациентов

Показатели	Мужчины			Женщины		
	1ПЗВ n=23	2ПЗВ n=44	ВСЕ n=67	1ПЗВ n=26	2ПЗВ n=70	ВСЕ n=96
	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ
Возраст, лет	28,8±4,3	47,9±7,0	41,4±11,0	29,6±5,3	49,5±8,7	44,0±11,9
ДТ, см	178,6±5,3	177,0±6,6	177,6±6,2**	165,4±7,7	164,2±6,2	164,6±6,6
МТ, кг	127,5±22,3	125,5±21,6	126,2±21,7**	109,5±20,0	112,8±22,7	111,9±21,9
ИМТ	40,1±7,6	40,2±7,5	40,2±7,5	39,8±5,4	41,9±8,7	41,3±7,9
ОТ, см	116,2±11,0*	123,8±14,0	121,2±13,4**	102,2±11,4*	111,7±16,2	109,1±15,6
ОБ, см	122,8±14,2	117,2±10,9	119,1±12,3**	126,3±10,9	128,7±16,4	128,1±15,1
ИТБ	0,95±0,05*	1,06±0,07	1,02±0,08**	0,81±0,06*	0,87±0,07	0,85±0,07

Примечание: М – среднее арифметическое, σ – стандартное отклонение, *статистически значимые возрастные различия, **статистически значимые половые различия (p<0,05).

При сопоставлении значений антропометрических показателей между возрастными подгруппами (1ПЗВ и 2ПЗВ) как у мужчин, так и у женщин были обнаружены статистически значимые различия средних значений показателей ОТ и ИТБ. С повышением возраста ОТ увеличивается на 7% и у мужчин, и у женщин, а ИТБ – на 11% у мужчин и на 9% у женщин (p<0,05) (табл. 1).

Без учета разделения на возрастные подгруппы в группе у мужчин показатели ДТ, МТ, ОТ и ИТБ больше, чем у женщин, на 7, 13, 11 и 20% (p<0,05) соответственно, а показатель ОБ меньше на 7% (p<0,05). По показателю ИМТ достоверных различий между группами мужчин и женщин не выявлено (табл. 1).

Значения толщин КЖС на различных участках тела и расчетное количество ЖМТ в абсолютных и относительных величинах обследованных пациентов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения показателей толщин кожно-жировых складок и жировой массы тела пациентов

Показатели	Мужчины			Женщины		
	1ПЗВ n=23	2ПЗВ n=44	ВСЕ n=67	1ПЗВ n=26	2ПЗВ n=70	ВСЕ n=96
	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ
КЖС1, мм	50,5±8,8	49,3±12,0	49,7±11,0	50,8±9,2	49,1±9,0	49,6±9,1
КЖС2, мм	32,2±9,6	29,6±7,9	30,5±8,6**	41,9±8,2	41,2±8,7	41,4±8,6
КЖС3, мм	20,6±5,3	21,2±6,9	21,0±6,4**	29,0±7,3	28,4±5,9	28,6±6,3
КЖС4, мм	18,3±5,0	18,0±4,7	18,1±4,8**	23,7±7,1	23,7±6,1	23,7±6,3
КЖС5, мм	56,0±6,2	53,0±9,6	54,0±8,7**	48,8±6,3	50,9±9,5	50,3±8,8
КЖС6, мм	49,7±8,1*	44,8±8,2	46,5±8,4	44,5±7,8	44,8±7,5	44,7±7,5
КЖС7, мм	37,4±9,9	33,2±10,7	34,6±10,6**	44,8±8,0	43,7±7,9	44,0±7,9
КЖС8, мм	27,9±7,4*	23,9±7,6	25,3±7,7**	36,7±7,0*	32,1±7,6	33,3±7,7
КЖС9, мм	33,3±7,0	31,3±6,5	32,0±6,7	–	–	–
ЖМТ _{кг} , кг	54,5±12,3	50,7±13,3	52,0±13,0	55,4±13,2	54,2±12,0	54,6±12,3
ЖМТ _% , %	42,6±4,3	40,1±5,6	40,9±5,3**	50,3±4,7*	48,1±4,8	48,7±4,9

Примечание: М – среднее арифметическое, σ – стандартное отклонение, *статистически значимые возрастные различия, **статистически значимые половые различия (p<0,05).

При сопоставлении значений КЖС и ЖМТ между возрастными подгруппами (1ПЗВ и 2ПЗВ) с учетом пола пациентов обнаружены статистически значимые различия по показателям КЖС6 и КЖС8 у мужчин, а у женщин – по КЖС8 и ЖМТ% (табл. 2). Значения этих показателей имеют обратную динамику: уменьшаются с повышением возраста. Так, в группе 2ПЗВ

в сравнении с группой 1 ПЗВ, КЖС8 меньше на 17% у мужчин и на 14% у женщин, КЖС6 меньше на 11% у мужчин, а ЖМТ% – на 4% у женщин ($p < 0,05$).

При сравнении значений КЖС и ЖМТ мужчин и женщин без разделения на возрастные подгруппы обнаружены статистически значимые различия по 7 показателям из 11. Значения всех показателей, обнаруживших статистически значимые различия, у женщин больше на 19-36%, чем у мужчин ($p < 0,05$), кроме показателя КЖС5, который больше на 7% у мужчин ($p < 0,05$). Отложение жировой ткани в области спины и над подвздошным гребнем у мужчин и женщин имеет схожий характер; КЖС1 и КЖС6 при этом имеют одинаково высокие значения (табл. 2).

На рисунке 1 представлена сравнительная оценка топографии жиросотложения у пациентов с учетом пола.

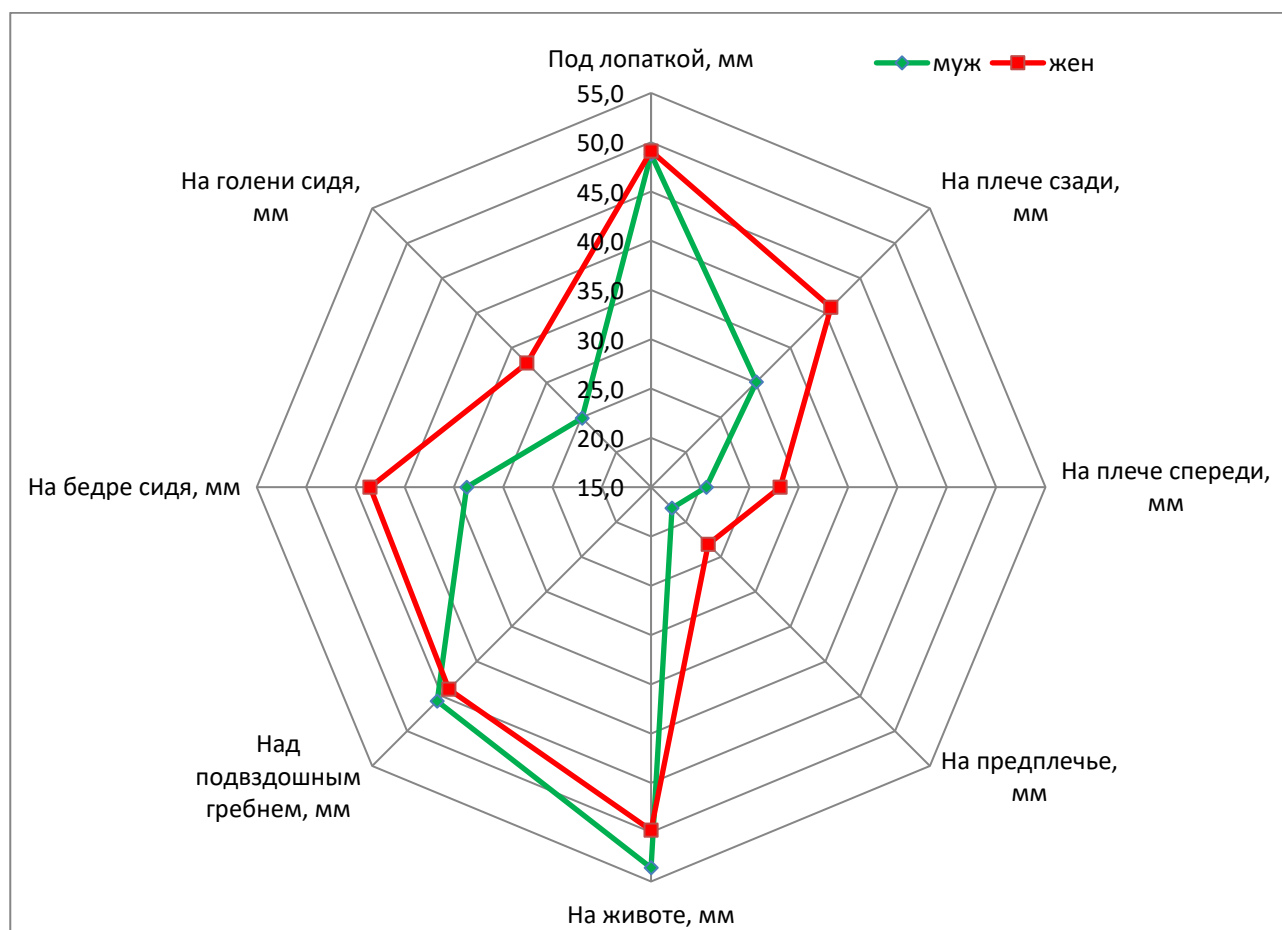


Рис. 1. Топография жиросотложения у пациентов с учетом пола

Независимо от пола наибольшее количество жировой ткани находится в области живота и на спине под лопаткой, над подвздошным гребнем и на

проксимальной части бедра, затем – на плече сзади, на проксимальной части голени, на плече спереди и на предплечье (рис. 1).

Обсуждение. В результате проведенного исследования установлено, что у пациентов с ожирением различной степени и сочетанным с ним сахарным диабетом 2-го типа, независимо от пола, значения показателей ОТ и ИТБ увеличиваются с повышением возраста. Без учета деления на возрастные подгруппы мужчины превосходят женщин по показателям ДТ, МТ, ОТ и ИТБ, при этом показатель ОБ больше в группе женщин ($p < 0,05$). По показателю ИМТ достоверных различий между группами мужчин и женщин не выявлено. Сходные закономерности наблюдаются и при обследовании больших контингентов условно здорового населения Российской Федерации, что позволяет нам рассматривать изменения данных показателей как возрастные особенности физического развития соответствующих возрастных групп [22].

Топография жирового отложения у пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями с точки зрения полового диморфизма выглядит следующим образом: независимо от пола наибольшее количество жировой ткани находится в области живота, на спине под лопаткой, над подвздошным гребнем и на бедре. Полученные нами результаты сопоставимы с результатами аналогичных исследований [2, 3, 5], в которых было показано, что у мужчин с избыточной массой тела и III степенью ожирения, сопровождающейся сердечно-сосудистой патологией, максимальная толщина КЖС определялась на спине ($32 \pm 0,1$ и $65 \pm 0,3$ мм соответственно), с I и II степенями ожирения – на животе ($43 \pm 0,7$ и $44 \pm 0,6$ мм соответственно); у женщин второго зрелого возраста вне зависимости от степени ожирения максимальное количество подкожного жира преимущественно определялось на животе ($50 \pm 0,6$ мм), у женщин пожилого возраста – на задней поверхности плеча ($46 \pm 0,3$ мм).

Заключение. В результате проведенного нами исследования показано, что у пациентов со II и III степенями ожирения и сахарным диабетом 2-го типа существуют различия в основных антропометрических параметрах между половозрастными группами. Закономерным является увеличение значений показателей ОТ и ИТБ с возрастом, причем как у мужчин, так и у женщин. При разделении по полу закономерным является превосходство мужчин над женщинами по показателям ДТ, МТ, ОТ и ИТБ и превосходство женщин над мужчинами по показателю ОБ. При этом топография жирового отложения не зависит от пола, наибольшее количество жировой ткани находится в области

живота, на спине под лопаткой, над подвздошным гребнем и на бедре как в группе мужчин, так и в группе женщин.

Полученные результаты могут быть использованы при анализе уровня физического развития населения, при комплексной оценке здоровья, при оценке факторов риска метаболических заболеваний для своевременного их выявления, а также эффективной корректировки диеты, режима питания, физических нагрузок и профилактического информирования населения.

Список литературы:

1. Koleva M., Nacheva A., Boev M. Somatotype and disease prevalence in adults. *Reviews on environmental health*. 2002; 17(1): 65-84.
2. Букавнева Н.С., Блохина Л.В., Никитюк Д.Б. Результаты антропометрического исследования больных, страдающих ожирением на фоне сердечно-сосудистой патологии. *Вопросы питания*. 2005; 6: 27.
3. Букавнева Н.С., Никитюк Д.Б. Конституциональные особенности больных с алиментарно-зависимой патологией. *Морфологические ведомости*. 2008; 1(1-2): 145–146.
4. Букавнева Н.С., Поздняков А.Л., Никитюк Д.Б. Соматотипы больных, страдающих ожирением и сопутствующей сердечно-сосудистой патологией, клинко-антропологические связи. *Вопросы питания*. 2008; 77(4): 40-46.
5. Никитюк Д.Б., Букавнева Н.С., Клочкова С.В. Использование антропометрического метода для диагностики некоторых алиментарно-зависимых заболеваний. *Вопросы питания*. 2014; 83(3): 218-219.
6. Чтецов В.П., Негашева М. А., Лапшина Н.Е. Изучение состава тела у взрослого населения: методические аспекты. *Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология*. 2012; 2: 43-52.
7. Старчик Д.А., Никитюк Д.Б. Конституциональные особенности содержания жировой ткани у женщин зрелого возраста (по данным биоимпедансометрии). *Морфологические ведомости*. 2015; 3: 35-40.
8. Старчик Д.А., Никитюк Д.Б. Особенности индекса массы тела у женщин разных соматотипов. *Морфологические ведомости*. 2015; 4: 21-24.
9. Yang L. T. et al. Study on the adult physique with the Heath-Carter anthropometric somatotype in the Han of Xi'an, China. *Anatomical science international*. 2016; 91(2): 180-187.

10. Пашкова И.Г., Гайворонский И.В., Никитюк Д.Б. Соматотип и компонентный состав тела взрослого человека. Санкт-Петербург. СпецЛит, 2019; 159. ISBN 978-5-299-00985-9.
11. Пашкова И.Г. Индекс массы тела и содержание жирового компонента у женщин разных соматотипов в условиях Севера. Журнал анатомии и гистопатологии. 2020; 9(4): 63-69. DOI 10.18499/2225-7357-2020-9-4-63-69.
12. Бондарева Э.А., Негашева М.А., Грудиева А.В., Тарасова Т.В. Ассоциации Т/А-полиморфизма гена FTO с характером жиротложения у юношей и девушек. Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2016; 4: 69-77.
13. Li L. et al. Fat mass and obesity-associated (FTO) protein regulates adult neurogenesis. Human molecular genetics. 2017; 26(13): 2398-2411.
14. Mizuno T.M. Fat mass and obesity associated (FTO) gene and hepatic glucose and lipid metabolism. Nutrients. 2018; 10(11): 1600.
15. Погожева А.В., Сорокина Е.Ю., Сокольников А.А. Ассоциации ожирения с обеспеченностью витамином D в зависимости от полиморфизмов rs2228570 гена VDR и rs9939609 гена FTO у жителей средней полосы и Крайнего Севера России. Альманах клинической медицины. 2019; 47(2): 112-119. DOI 10.18786/2072-0505-2019-47-015.
16. Лапик И.А., Гаппарова К.М., Сорокина Е.Ю., Григорьян О.Н. Оценка эффективности диетотерапии больных ожирением на основе изучения полиморфизма RS9939609 гена FTO. Ожирение и метаболизм. 2017;14(4): 46-50. DOI 10.14341/omet2017446-50.
17. Бондарева Э.А., Задорожная Л.В., Хомякова И.А. Т/А-полиморфизм гена FTO и образ жизни ассоциированы с накоплением жира в разных возрастных группах мужчин. Ожирение и метаболизм. 2019; 16(2): 49-53. DOI: <https://doi.org/10.14341/omet9798>
18. Mateigka J. The testing of physical efficiency. Am. J. Phys. Anthropol. 1921; 4: 223–230.
19. Мартиросов Э.Г., Руднев С.Г., Николаев Д.В. Применение антропометрических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе. Учеб. пособие – М.: Физическая культура. 2010; 120.
20. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Ключкова С.В. и др. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике:

Методические рекомендации – Москва: Спорт. 2018; 64. ISBN 9785950017995.

21. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд.: Учебник. М.: БиномПресс. 2007; 512.
22. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. С.Г. Руднев, Н.П. Соболева, С.А. Стерликов, Д.В. Николаев, О.А. Старунова, С.П. Черных, Т.А. Ерюкова, В.А. Колесников, О.А. Мельниченко, Е.Г. Пономарева. М.: РИО ЦНИИОИЗ. 2014; 493. ISBN 5-94116-018-6

References:

1. Koleva M., Nacheva A., Boev M. Somatotype and disease prevalence in adults, Reviews on environmental health. 2002; 17(1): 65-84.
2. Bukavneva N.S., Blokhina L.V., Nikityuk D.B. Rezul'taty antropometricheskogo issledovaniya bol'nykh, stradayushchikh ozhireniem na fone serdechno-sosudistoi patologii, Voprosy pitaniya. 2005;6: 27.
3. Bukavneva N.S., Nikityuk D.B. Konstitutsional'nye osobennosti bol'nykh s alimentarno - zavisimoi patologiei, Morfologicheskie vedomost. 2008; 1(1-2): 145-146.
4. Bukavneva N.S., Pozdnyakov A.L., Nikityuk D.B. Somatotipy bol'nykh, stradayushchikh ozhireniem i soputstvuyushchei serdechno-sosudistoi patologiei, kliniko-antropologicheskie svyazi. Voprosy pitaniya. 2008; 77(4): 40-46.
5. Nikityuk D.B., Bukavneva N.S., Klochkova S.V. Ispol'zovanie antropometricheskogo metoda dlya diagnostiki nekotorykh alimentarno-zavisimyykh zabolevanii. Voprosy pitaniya. 2014; 83(3): 218-219.
6. Chtetsov V.P., Negasheva M. A., Lapshina N.E. Izuchenie sostava tela u vzroslogo naseleniya: metodicheskie aspekty. Vestnik Moskovskogo universiteta, Seriya 23: Antropologiya. 2012; 2: 43-52.
7. Starchik D.A., Nikityuk D.B. Konstitutsional'nye osobennosti sodержaniya zhirovoi tkani u zhenshchin zrelogo vozrasta (po dannym bioimpedansometrii, Morfologicheskie vedomosti. 2015; 3: 35-40.
8. Starchik D.A., Nikityuk D.B. Osobennosti indeksa massy tela u zhenshchin raznykh somatotipov, Morfologicheskie vedomosti. 2015; 4: 21-24.

9. Yang L. T. et al. Study on the adult physique with the Heath-Carter anthropometric somatotype in the Han of Xi'an, China, *Anatomical science international*. 2016; 91(2): 180-187.
10. Pashkova I.G., Gaivoronskii I.V., Nikityuk D.B. Somatotip i komponentnyi sostav tela vzroslogo cheloveka, Sankt-Peterburg, SpetsLit. 2019; 159. ISBN 978-5-299-00985-9.
11. Pashkova I.G. Indeks massy tela i sodержanie zhirovogo komponenta u zhenshin raznykh somatotipov v usloviyakh Severa, *Zhurnal anatomii i gistopatologii*. 2020; 9(4): 63-69. DOI 10.18499/2225-7357-2020-9-4-63-69.
12. Bondareva E.A., Negasheva M.A., Grudieva A.V., Tarasova T.V. Assotsiatsii T/A-polimorfizma gena FTO s kharakterom zhivotozheniya u yunoshei i devushek, *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23: Antropologiya*. 2016; 4: 69-77.
13. Li L. et al. Fat mass and obesity-associated (FTO) protein regulates adult neurogenesis, *Human molecular genetics*. 2017;26(13): 2398-2411.
14. Mizuno T.M. Fat mass and obesity associated (FTO) gene and hepatic glucose and lipid metabolism, *Nutrients*. 2018; 10(11): 1600.
15. Pogozheva A.V., Sorokina E.Yu., Sokol'nikov A.A. Assotsiatsii ozhireniya s obespechennost'yu vitaminom D v zavisimosti ot polimorfizmov rs2228570 gena VDR i rs9939609 gena FTO u zhitelei srednei polosy i Krainego Severa Rossii, *Al'manakh klinicheskoi meditsiny*. 2019; 47(2): 112-119. DOI 10.18786/2072-0505-2019-47-015.
16. Lapik I.A., Gapparova K.M., Sorokina E.Yu., Grigor'yan O.N. Otsenka effektivnosti dietoterapii bol'nykh ozhireniem na osnove izucheniya polimorfizma RS9939609 gena FTO, *Ozhirenie i metabolism*. 2017; 14(4): 46-50. DOI 10.14341/omet2017446-50.
17. Bondareva E.A., Zadorozhnaya L.V., Khomyakova I.A. T/A-polimorfizm gena FTO i obraz zhizni assotsiirovany s nakopleniem zhira v raznykh vozrastnykh gruppakh muzhchin, *Ozhirenie i metabolism*. 2019; 16(2): 49-53. DOI: <https://doi.org/10.14341/omet9798>
18. Mateigka J. The testing of physical efficiency, *Am. J. Phys. Anthropol*. 1921; 4: 223–230.
19. Martirosov E.G., Rudnev S. G., Nikolaev D. V. *Primenenie antropometricheskikh metodov v sporte, sportivnoi meditsine i fitnese, Uchebnoe posobie*. M.; Fizicheskaya kul'tura. 2010; 120.

20. Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B., Klochkova S.V. et al. Ispol'zovanie metoda kompleksnoi antropometrii v sportivnoi i klinicheskoi praktike: Metodicheskie rekomendatsii, Moskva: Sport. 2018; 64. ISBN 9785950017995.
21. Khalafyan A.A. STATISTICA 6. Statistical data analysis. 3rd ed.: Textbook. Moscow: Binom-Press. 2007; 512.
22. Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Nikolaev D.V., Starunova O.A., Chernykh S.P., Eryukova T.A., Kolesnikov V.A., Melnichenko O.A., Ponomareva E.G. Bioimpedance study of body composition in the Russian population, M.: RIO TSNIIOIZ. 2014; 493. ISBN 5-94116-018-6.

Поступила/Received: 03.09.2021

Принята в печать/Accepted: 18.11.2021

УДК 613.12: 551.58

**ГРАДАЦИЯ РЕГИОНОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ
КЛИМАТА ПО УНИВЕРСАЛЬНОМУ БИОКЛИМАТИЧЕСКОМУ ИНДЕКСУ
ТЕПЛООВОГО КОМФОРТА (UTCI)**

Нарутдинов Д.А.¹, Рахманов Р.С.², Богомолова Е.С.², Разгулин С.А.², Потехина Н.Н.²

¹Медицинская служба войсковой части 73633, Красноярск, Россия

²ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет»
Минздрава России, кафедра гигиены, Нижний Новгород, Россия

Для современной комплексной оценки влияния физических факторов в условиях открытой территории на человека используется индекс теплового комфорта (UTCI). Цель – на территориях с субарктическим и континентальным климатами Красноярского края по индексу UTCI провести градацию по биоклиматической комфортности, оценить риск холодового влияния на людей. В арктическом регионе определено влияние в виде слабого холодового стресса в июле и августе; в июне значения колебались в границах слабый-умеренный стресс. Умеренный стресс определен в сентябре, сильный стресс ощущался в мае и октябре. В апреле был возможен как сильный, так и очень сильный стресс. Очень сильный стресс определен в марте и ноябре; экстремальный стресс был в декабре и январе, а в феврале – как экстремальный, так и очень сильный холодовой стресс. В умеренном континентальном климате в 2 летних месяца в году условия оценивались как нейтральные. В августе также было возможным ощущение слабого холодового стресса. В мае и сентябре условия оценивались как слабый стресс. Три месяца в году (март, апрель и октябрь) определялся умеренный холодовой стресс и 4 месяца (ноябрь – февраль) – сильный холодовой стресс. При этом в ноябре интервал значения UTCI заходил в верхнюю зону границы умеренный холодовой стресс. По UTCI в двух климатических регионах края погоднo-климатические условия не оказывали теплового стресса, но и не были комфортными. В умеренном климатическом регионе в течение 10 месяцев в году имеется риск здоровью и только в течение 2 месяцев температурные условия нейтральные. В субарктической зоне – круглогодичные дискомфортные условия. Степень риска определяет использование средств профилактики термального дискомфорта,

социальную характеристику территории (степень комфорта среды обитания, необходимость использования средств утепления организма (социально-экономическая характеристика территории).

Ключевые слова: Красноярский край, субарктическая и континентальная территории, индекс теплового комфорта, риск здоровью.

Для цитирования: Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомоллова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н. Градация регионов Красноярского края с различными типами климата по универсальному биоклиматическому индексу теплового комфорта (UTCI). Медицина труда и экология человека. 2021;4:203-215

Для корреспонденции: Рахманов Рафаиль Салыхович, профессор кафедры гигиены ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ РФ, доктор медицинских наук, профессор, e-mail: raf53@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: конфликт интересов отсутствует.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10413>

GRADATION OF AREAS OF THE KRASNOYARSKY REGION WITH DIFFERENT TYPES OF CLIMATE ACCORDING TO THE UNIVERSAL BIOCLIMATIC THERMAL COMFORT INDEX (TCI)

Narutdinov D.A.¹, Rakhmanov R.S.², Bogomolova E.S.², Razgulin S.A.², Potekhina N.N.²

1 - Medical Service of the Military Unit 73633, Krasnoyarsk, Russia

2 - Department of Hygiene Volga Research Medical University, Department of Hygiene, Nizhny Novgorod, Russia

For a modern comprehensive assessment of the influence of physical factors in an open area on a person, the thermal comfort index (TCI) is used. The goal is to carry out a gradation according to the UTCI index in terms of bioclimatic comfort in the territories with subarctic and continental climates of the the Krasnoyarsk Region, to assess the risk of cold impact on people. In the Arctic region, the impact was determined in the form of mild cold stress in July and August; in June, the values fluctuated within the range of mild-moderate stress. Moderate stress was detected in September, severe stress was felt in May and October. In April, both strong and very strong stress was possible. Very severe stress is identified in March and November; extreme stress was observed in December and January, and in February -

both extreme and very severe cold stress. In a temperate continental climate, 2 summer months. in the year, conditions were assessed as neutral. In August, a feeling of mild cold stress was also possible. In May and September, conditions were assessed as mild stress. Three months. in the year (March, April and October), moderate cold stress was determined and 4 months. (November - February) - severe cold stress. At the same time, in November, the UTCI value interval entered the upper zone of the boundary with moderate cold stress. According to UTCI, in two climatic regions of the region, the weather and climatic conditions did not cause heat stress, but were not comfortable either. In a temperate climatic region for 10 months. there is a health risk per year and only for 2 months. temperature conditions are neutral. In the subarctic zone there are year-round uncomfortable conditions. The degree of risk is determined by the use of means of preventing thermal discomfort, the social characteristics of the territory (the degree of comfort of the living environment, the need to use means of warming the body (socio-economic characteristics of the territory).

Keywords: *Krasnoyarsk Territory, subarctic and continental territories, thermal comfort index, health risk.*

Citation: *Narutdinov D.A., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N. Gradation of areas of the krasnoyarsky region with different types of climate according to the universal bioclimatic thermal comfort index (TCI). Occupational health and human ecology. 2021;4:203-215*

Correspondence: *Rofail S. Rakhmanov, Professor at the Department of Hygiene of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "PIMU" of the Russian Health Ministry, Doct.Sc. (Medicine), Professor, e-mail: raf53@mail.ru*

Financing: *The study had no financial support.*

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

DOI: *<http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10413>*

В настоящее время для оценки биоклиматической комфортности территории риска здоровью используется ряд индексов [1-4]. Для определения холодого риска наиболее предпочтительным является интегральный показатель условий охлаждения организма (ИПУОО) [5, 6]. Он используется для

определения режима труда при работах на открытой территории¹. ВХИ используется для установления опасностей для работающего человека под влиянием физических факторов в холодной среде или в помещениях с целью выявления проблем и установления методов менеджмента, направленных на устранение или снижение источников опасности для здоровья².

Вместе с тем расчет индексов основан на оценке только двух или трех параметрических составляющих: температуры окружающей среды, скорости движения (ветра), относительной влажности воздуха.

В последние годы все более широкое применение для оценки риска здоровью погодно-климатических условий используется универсальный индекс UTCI, характеризующий тепловой комфорт для человека [7-10]. Он позволяет комплексно оценить воздействие таких физических факторов, как скорость ветра, температура, влажность и радиационная температура [11-16].

Цель работы – на территориях с субарктическим и континентальным климатами Красноярского края по индексу UTCI провести градацию по биоклиматической комфортности, оценить риск холодового влияния на людей.

Материалы и методы. Индекс UTCI, выраженный в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$), рассчитывали по суточным усредненным за месяц показателям температуры воздуха и радиационной температуры, скорости ветра и относительной влажности. Значения параметров физических факторов за 10 лет (2010-2019 гг.) получили из архива ФГБУ «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» по данным метеостанций, расположенных в районе г. Норильска (субарктика) и г. Красноярска (умеренный континентальный климат). Расчет значений UTCI производился при помощи компьютерной программы BioKlima 2.6 [17].

Положительные значения UTCI показывали на наличие умеренного теплового стресса ($>+26 - \leq +32^{\circ}\text{C}$), комфорта ($>+18 - \leq +26^{\circ}\text{C}$) или отсутствие стресса ($>+9 - \leq +18^{\circ}\text{C}$). По отрицательным значениям судили о степени холодового стресса: умеренный ($> -13 - \leq 0^{\circ}\text{C}$), сильный ($> -27 - \leq -13^{\circ}\text{C}$), очень сильный ($> -40 - \leq -27^{\circ}\text{C}$) и экстремальный ($> -40^{\circ}\text{C}$). Значения от $> 0 - \leq +9^{\circ}\text{C}$ были критериями слабого холодового стресса [7, 18].

Первичный материал обработан статистически при помощи компьютерной программы Statistica-6.1. Рассчитаны средние величины (M),

¹ Методические рекомендации МР 2.2.7.2129-06. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.

² ИСО 15743-2012. Практические аспекты менеджмента риска. Менеджмент и оценка риска для холодных сред.

ошибки средних ($\pm m$), достоверность различий определена по t-критерию Стьюдента.

Результаты. По UTCI ни в одном из двух климатических регионов Красноярского края погодно-климатические условия не оказывали теплового стресса, но и не были комфортными (табл.). В умеренном климате минимальный показатель UTCI в зимний период года составлял $-21,3 \pm 1,2^\circ\text{C}$. В весенний период года только в мае индекс колебался в пределах от положительных до отрицательных значений; в другие 2 мес. сезона он имел отрицательные величины. Все лето регистрировалась положительная температура с максимумом в июле - $+11,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Осенью лишь в сентябре отмечалась устойчивая положительная температура; уже в октябре среднесуточное среднемесячное значение имело отрицательное значение: $-4,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$.

В субарктическом климате UTCI свидетельствовал о более суровых условиях обитания. Так, в зимний период года минимальный показатель достигал в январе $-43,9 \pm 1,1^\circ\text{C}$; в весенний и осенний периоды года он также не имел положительных градаций. В летний период только в июле и августе индекс был в положительных температурных интервалах с максимумом в июле: $+7,5 \pm 1,1^\circ\text{C}$; в июне температура могла быть и положительной, и отрицательной.

Таблица

**Значения UTCI по сезонам года в динамике по климатическим регионам,
M \pm m**

№ п/п	Месяц года	UTCI, $^\circ\text{C}$	
		Умеренный	Субарктический
1	Зимний	$-18,6 \pm 1,0$ - $-18,9 \pm 1,1$	$-41,1 \pm 1,0$ - $-40,3 \pm 1,2$
2	Весенний	$-11,8 \pm 1,1$ - $+0,3 \pm 0,5$	$-35,9 \pm 1,3$ - $-16,9 \pm 1,2$
3	Летний	$+10,0 \pm 0,6$ - $+9,2 \pm 0,5$	$+0,8 \pm 1,3$ - $+1,8 \pm 1,2$
4	Осенний	$+2,4 \pm 0,7$ - $-13,4 \pm 0,7$	$-6,0 \pm 1,0$ - $-36,4 \pm 1,0$

В умеренном континентальном климате UTCI в течение 2 летних мес. в году оценивал условия как «нет теплового стресса» в июне и июле. В августе

среднее значение показателя было в пределах такой же градации, но было возможным и ощущение слабого холодного стресса (рис. 1). В мае и сентябре условия оценивались как слабый холодный стресс. В марте, апреле и октябре (два весенних и один осенний мес.) определялся умеренный холодный стресс; в ноябре – феврале (один осенний и три зимних мес.) – сильный холодный стресс. При этом в ноябре интервал значения UTCI заходил в верхнюю зону границы умеренный холодный стресс.

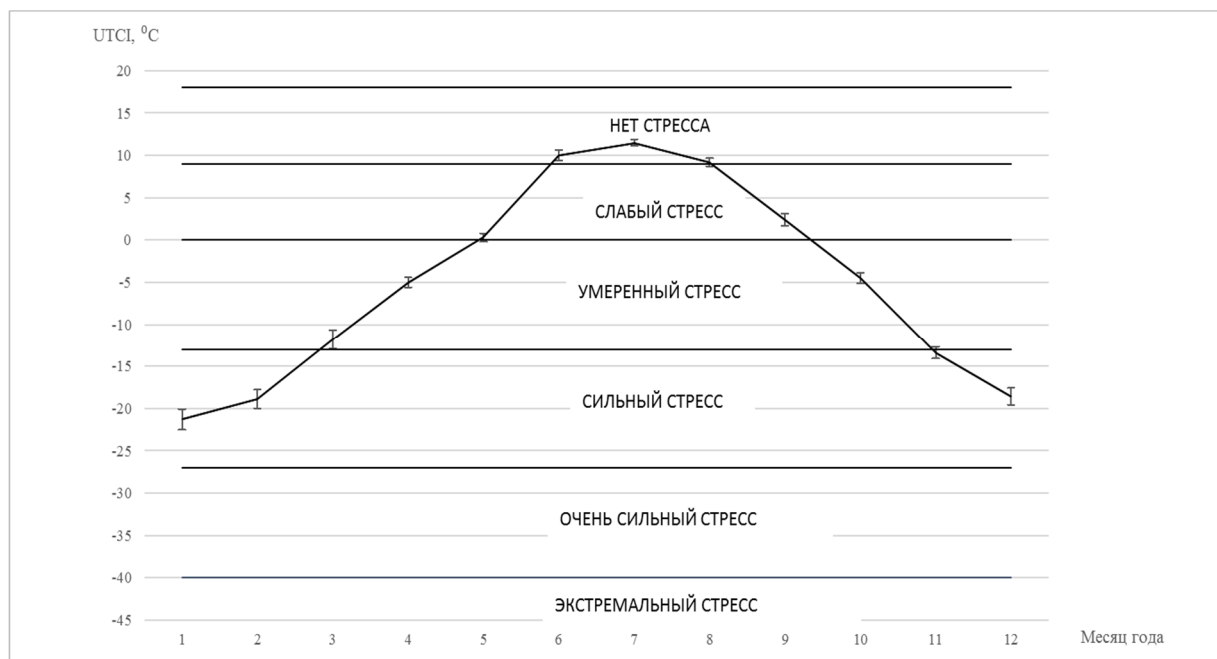


Рис. 1. Годовая характеристика риска здоровью при комплексном влиянии физических факторов на открытой территории в умеренном климате по UTCI

В арктическом регионе края влияние физических факторов в виде слабого холодного стресса определялось в июле и августе; в июне значения колебались в границах слабый-умеренный холодный стресс (рис. 2). Умеренный холодный стресс был определен только в сентябре. Сильный холодный стресс ощущался 2 мес. в году: май и октябрь. В апреле был возможен как сильный, так и более выраженная степень негативного влияния физических факторов (очень сильного стресса). Такой же очень сильный холодный стресс определен в марте и ноябре. Безусловно экстремальный стресс был в декабре и январе, а в феврале – как экстремальный, так и очень сильный холодный стресс.

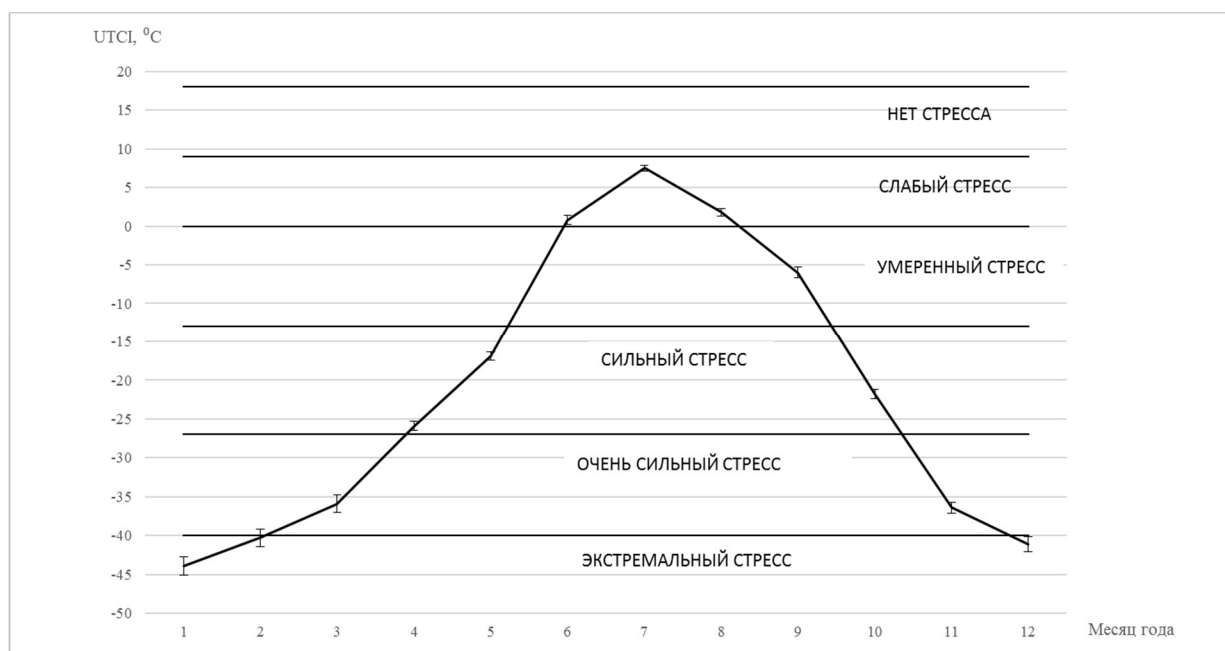


Рис. 2. Годовая характеристика риска здоровью при комплексном влиянии физических факторов на открытой территории в субарктическом климате по UTCI

Обсуждение результатов. Как и ряд биоклиматических индексов [1-6], UTCI позволяет оценивать влияние физических факторов окружающей среды на человека [7–18]. Его величина представляется как эквивалентная температура (°C), оказывающая физиологическое воздействие на человека соответственно фактической. UTCI позволяет оценить реакцию организма человека на изменение основных климатических параметров, включая радиационную. UTCI основан как на метеорологических, так и на не метеорологических параметрах: обмен веществ организма (его скорость), а также теплоизоляционные свойства одежды. Причем учитывалась современная модель теплоизоляции одежды [7, 9].

К настоящему времени имеются сведения по дифференциации территории России по индексу UTCI [19]. Вместе с тем грация по степени риска здоровью проведена только в масштабах страны в целом. Проанализированы биоклиматические условия для г. Архангельска [20]. Изучение региональных рисков, связанных с проживанием населения в различных климатических регионах одного субъекта России, не проводилось.

Нами установлено, что в умеренном климатическом регионе в течение 10 мес. в году имелся риск здоровью по комплексному влиянию физических факторов на открытой территории и только два мес. – температурные условия

нейтральные. В субарктической зоне определены круглогодичные дискомфортные условия.

В предыдущих наших работах показан риск здоровью в условиях субарктики и умеренного климата по ветро-холодовому индексу (ВХИ), интегральному показателю условий охлаждения (ИПУОО) [21, 22], которые основаны на оценке температуры на открытой территории и скорости движения воздуха. Однако они выражаются в баллах. ВХИ определяет риск переохлаждения обнаженных частей тела человека. ИПУОО позволяет прогнозировать степень риска обморожения незащищенных (недостаточно защищенных) областей тела при работах в средствах индивидуальной защиты организма от холода (СИЗХ) в охлаждающей среде. По нему определены режимы труда (время безопасных работ в охлаждающей среде и отдыха в обогреваемом помещении), которые связаны с выполнением физической работы разной категории (энерготраты при различных видах работ) и использованием СИЗХ. Эти режимы установлены для различных климатических регионов (поясов) с учетом степени теплоизоляции СИЗХ.

UTCI учитывает влияние четырех основных физических факторов внешней среды. Он характеризует теплоощущения человека, является маркером температурного стресса. С одной стороны, UTCI дает возможность оценивать среду обитания (анализировать наличие риска здоровью, его степень), что определяет необходимость использования средств профилактики термального дискомфорта. С другой стороны, позволяет дать социальную характеристику территории: определяет, как степень комфорта условий обитания, так и необходимость использования средств утепления организма (социально-экономическая характеристика территории).

Выводы:

1. По интегральному индексу теплового комфорта в умеренном континентальном климате 4 мес. в году (лето и сентябрь) регистрировались положительные температуры. Май – переходный месяц: температура колебалась в пределах отрицательных - положительных значений. Период положительных температур в субарктическом климате более короткий: 2 мес. в году (июль и август); июнь – переходный месяц.
2. В умеренном климатическом регионе в течение 10 мес. в году имеется риск холодовой травмы, в субарктической зоне - круглогодичные

дискомфортные условия. Степень риска в умеренном климате от слабого до сильного холодного стресса, в субарктическом – до экстремального.

3. Биоклиматические показатели ИПУОО и ВХИ используются для оценки риска здоровью холодных сред с целью определения режима труда и менеджмента для установления опасностей для работающего человека, выражаются в баллах. UTCI определяет фактическое эквивалентное влияние среды обитания в градусах Цельсия и риск среды обитания для населения, проживающего на конкретных территориях.

Список литературы:

1. Синицын И.С., Георгица И. М., Иванова Т. Г. Биоклиматическая характеристика территории в медико-географических целях. Ярославский педагогический вестник. 2013; 3 (4): 279-283.
2. Кузякина М.В., Гура Д.А. Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий. Юг России: экология, развитие. 2020;15(3):66-76. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76.
3. Диханова З.А., Мухаметжанова З.Т., Исакова А.К., Алтаева Б.Ж., Мукашева Б.Г. Влияние климата на организм человека. Гигиена труда и медицинская экология. 2017;1(54):11-16.
4. de Freitas C.R., Grigorieva E.A. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. Int. J. Biometeorol. 2017; 61: 487–512. DOI 10.1007/s00484-016-1228-6.
5. Шипко Ю.В., Шувакин Е.В., Иванов А.В. Обобщенный биоклиматический показатель безопасности работ на открытом воздухе в суровых погодных условиях. Вестник КВГУ, Серия: география. Геоэкология. 2015; 3:33-39.
6. Шипко Ю.В. Шувакин Е.В., Шуваев М.А. Регрессионные модели оценки безопасности работ персонала на открытой территории в жестких погодных условиях. Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2017; 1: 131-140.
7. Fiala D., Havenith G., Brode P., Kampmann B., Jendritzky G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. Int J. Biometeorol. 2012; 56 (3): 429-41. DOI: 10.1007/s00484-011-0424-7.
8. Psikuta A., Fiala D., Laschewski G., Jendritzky G., Richards M., Włazejczyk K., et al. Validation of the Fiala multi-node thermophysiological model for UTCI application. Int J. Biometeorol. 2012;56(3):443-60. DOI: 10.1007/s00484-011-0450-5.

9. Bröde P., Błażejczyk K., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., et al. The Universal Thermal Climate Index UTCI compared to ergonomics standards for assessing the thermal environment. *Ind Health*. 2013;51(1):16-24. DOI: 10.2486/indhealth.2012-0098.
10. Potchter O., Cohen P., Lin T.-P., Matzarakis A. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Sci Total Environ*. 2018 Aug 1;631-632:390-406. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.276.
11. Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., et al. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in Europeanscale. *Miscellanea Geographica*. 2010;14:91–102. DOI:10.2478/mgrsd-2010-0009.
12. Błażejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *Int. J. Biometeorol*. 2012; 56:515–535. DOI: 10.1007/s00484-011-0453-2.
13. Bröde P., Fiala D., Blazejczyk K., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., et al. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index UTCI. *Int. J. Biometeorol*. 2012;56(3):481–494. DOI:10.1007/s00484-011-0454-1.
14. Di Napoli C., Pappenberger F., Hannah L.C. Assessing heat-related health risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorol*. 2018; 62 (7): 1155–65. DOI: 10.1007/s00484-018-1518-2.
15. Jendritzky G., de Dear R., Havenith G. UTCI – why another thermal index? *Int. J. Biometeorol*. 2012; 56 (3):421–428. DOI: 10.1007/s00484-011-0513-7.
16. Pappenberger F., Jendritzky G., Staiger H., Dutra E., Di Giuseppe F., Richardson D.S., et al. Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorol*. 2015; 59 (3): 311–323. DOI: 10.1007/s00484-014-0843-3.
17. BioKlima 2.6, software package. URL. www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm.
18. Błażejczyk K., Jendritzky G., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Epstein Y., et al. An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Geographia Polonica*. 2013; 86 (1):5–10. DOI:10.7163/GPol.2013.1.
19. Виноградова В.В. Универсальный индекс теплового комфорта на территории России. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2019;(2):3-19. DOI: 10.31857/S2587-5566201923-19.

20. Шартова Н.В., Шапошников Д.А., Константинов П.И., Ревич Б.А. Определение порогов температурно-зависимой смертности на основе универсального индекса теплового комфорта – UTCI. Анализ риска здоровью. 2019;3: 83-93. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.10.
21. Рахманов Р. С., Богомолова Е. С., Нарутдинов Д. А., Пискарев Ю. Г., Токарева Л. И. Оценка региональных погодных-климатических условий как факторов риска здоровью по ветро-холодовому индексу. Санитарный врач. 2021;3: 35-43. DOI 10.33920/med-08-2103-04.
22. Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н. Оценка риска здоровью по показателям холодного воздействия на территориях региона с различными типами климата. Медицина труда и экология человека. 2021;3:109-123. DOI: 10.24411/2411-3794-2021-10308.

References:

1. Sinitsyn I.S., Georgitsa I.M., Ivanova T.G. Bioclimatic characteristics of the territory for medico-geographical purposes. Yaroslavl Pedagogical Bulletin. 2013; 3 (4): 279-283.
2. Kuzyakina M.V., Gura D.A. Evaluation of the comfort of the bioclimatic conditions of the Krasnodar Territory using GIS technologies. South of Russia: ecology, development. 2020;15(3):66-76. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76.
3. Dikhanova Z.A., Mukhametzhanova Z.T., Iskakova A.K., Altayeva B.Zh., Mukasheva B.G. The influence of climate on the human body. Occupational hygiene and medical ecology. 2017;1(54):11-16.
4. de Freitas C.R., Grigorieva E.A. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. Int. J. Biometeorol. 2017; 61: 487–512. DOI 10.1007/s00484-016-1228-6.
5. Shipko Yu.V., Shuvakin E.V., Ivanov A.V. Generalized bioclimatic indicator of the safety of work in the open air in harsh weather conditions. Bulletin of KVGU, Series: geography. Geoecology. 2015; 3:33-39.
6. Shipko Yu.V., Shuvakin E.V., Shuvaev M.A. Regression models for assessing the safety of personnel work in an open area in harsh weather conditions. Aerospace forces. Theory and practice. 2017; 1: 131-140.
7. Fiala D., Havenith G., Brode P., Kampmann B., Jendritzky G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. Int J Biometeorol. 2012; 56 (3): 429-41. DOI: 10.1007/s00484-011-0424-7.

8. Psikuta A., Fiala D., Laschewski G., Jendritzky G., Richards M., Błażejczyk K., et al. Validation of the Fiala multi-node thermophysiological model for UTCI application. *Int J Biometeorol.* 2012;56(3):443-60. DOI: 10.1007/s00484-011-0450-5.
9. Bröde P., Błażejczyk K., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., et al. The Universal Thermal Climate Index UTCI compared to ergonomics standards for assessing the thermal environment. *Ind Health.* 2013;51(1):16-24. DOI: 10.2486/indhealth.2012-0098.
10. Potchter O., Cohen P., Lin T.-P., Matzarakis A. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Sci Total Environ.* 2018 Aug 1;631-632:390-406. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.276.
11. Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., et al. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. *Miscellanea Geographica.* 2010;14:91–102. DOI:10.2478/mgrsd-2010-0009.
12. Błażejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *Int. J. Biometeorol.* 2012; 56:515–535. DOI: 10.1007/s00484-011-0453-2.
13. Bröde P., Fiala D., Błażejczyk K., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., et al. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index UTCI. *Int. J. Biometeorol.* 2012;56(3):481–494. DOI:10.1007/s00484-011-0454-1.
14. Di Napoli C., Pappenberger F., Hannah L.C. Assessing heat-related health risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorol.* 2018; 62 (7): 1155–65. DOI: 10.1007/s00484-018-1518-2.
15. Jendritzky G., de Dear R., Havenith G. UTCI – why another thermal index? *Int. J. Biometeorol.* 2012; 56 (3):421–428. DOI: 10.1007/s00484-011-0513-7.
16. Pappenberger F., Jendritzky G., Staiger H., Dutra E., Di Giuseppe F., Richardson D.S., et al. Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorol.* 2015; 59 (3): 311–323. DOI: 10.1007/s00484-014-0843-3.
17. BioKlima 2.6, software package. URL. www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm.

18. Błażejczyk K., Jendritzky G., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Epstein Y., et al. An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Geographia Polonica*. 2013; 86 (1):5–10. DOI:10.7163/GPol.2013.1.
19. Vinogradova V.V. Universal index of thermal comfort on the territory of Russia. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographic series*. 2019;(2):3-19. DOI: 10.31857/S2587-5566201923-19.
20. Shartova N.V., Shaposhnikov D.A., Konstantinov P.I., Revich B.A. Determination of thresholds for temperature-dependent mortality based on the universal thermal comfort index - UTCI. *Health risk analysis*. 2019;3: 83-93. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.10.
21. Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Narutdinov D.A., Piskarev Yu. G., Tokareva L.I. Assessment of regional weather and climatic conditions as health risk factors based on the wind-cold index. *Sanitary doctor*. 2021;3: 35-43. DOI 10.33920/med-08-2103-04.
22. Narutdinov D.A., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N. Assessment of health risk by indicators of cold exposure in the territories of the region with different types of climate. *Occupational health and human ecology*. 2021;3:109-123. DOI: 10.24411/2411-3794-2021-10308.

Поступила/Received: 15.10.2021

Принята в печать/Accepted: 25.10.2021

УДК 618.2:613.6:312

**ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПО ГИГИЕНИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ
РЕПРОДУКТИВНОМУ ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИЦ ЛАБОРАТОРИЙ
НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Гайнуллина М.К.¹, Мулдашева Н.А.¹, Каримова Л.К.¹, Каримова Ф.Ф.¹,
Терегулов Б.Ф.²

¹ ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и
экологии человека», Уфа, Россия

² ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Уфа, Россия

Охрана здоровья женщин, совмещающих работу с материнством, в условиях критической демографической ситуации в стране – низкой рождаемости и высокой смертности, является одной из задач современной гигиенической науки. Наличие на рабочих местах вредных факторов, представляет потенциальную опасность для репродуктивного здоровья работников.

Изучены условия труда женщин, занятых лабораторно-аналитической деятельностью на нефтехимическом комплексе (НХК). При оценке условий труда учитывали все имеющиеся на рабочем месте вредные факторы рабочей среды, а также факторы трудового процесса. Инструментальные замеры физических факторов и определение наличия токсичных веществ в рабочей среде лабораторий проводились общедоступными методами, согласно утвержденным нормативным документам.

Оценен прогностический (априорный) профессиональный риск репродуктивному здоровью работниц.

Проведенными гигиеническими исследованиями установлено, что женщины, занятые лабораторно-аналитической деятельностью на НХК, подвергались комбинированному воздействию комплекса вредных химических веществ неорганической и органической природы, относящихся ко 2-4 классу опасности.

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны лабораторий были обнаружены на уровне или ниже их предельно допустимой концентрации (ПДК). Установлено, что на женщин-работниц воздействуют факторы малой интенсивности.

Химические вещества, близкие по химическому строению, обладают однонаправленным действием и эффектом суммации. Учитывая данный факт, рассчитанный нами коэффициент суммации химических веществ однонаправленного действия, составил больше единицы.

Труд работниц лабораторий характеризуется напряженностью трудового процесса, обусловленной 3-сменным графиком работы, включая ночные смены.

Таким образом, условия труда женщин-работниц в лабораториях НХК по химическому фактору, с учетом коэффициента суммации, напряженности трудового процесса могут быть охарактеризованы, согласно Р.2.2.2006-05, как вредные – 3.1, что представляет априорный риск нарушений репродуктивного здоровья работниц.

Ключевые слова: женщины-работницы; нефтехимическое производство; лаборатории; условия труда; профессиональный риск.

Для цитирования: Гайнуллина М.К., Мулдашева Н.А., Каримова Л.К., Каримова Ф.Ф., Тергулов Б.Ф. Оценка профессионального риска по гигиеническим критериям репродуктивному здоровью работниц лабораторий нефтехимических производств. 2021;4:216-230.

Для корреспонденции: Гайнуллина Махмуза Калимовна, д.м.н, профессор, главный научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: gainullinatk@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10414>

ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISK ACCORDING TO HYGIENIC CRITERIA FOR REPRODUCTIVE HEALTH OF FEMALE WORKERS IN LABORATORIES OF PETROCHEMICAL INDUSTRIES

M.K. Gainullina¹, L.K. Karimova¹, N.A. Muldasheva¹, F.F. Karimova¹, B.F. Teregulov²

¹Ufa Research Institute of Occupational health and Human Ecology, Ufa, Russia;

² Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Ufa, Russia

Health protection of women who combine work with motherhood, in the conditions of the critical demographic situation in the country - low birth rate and high mortality, is one of the tasks of modern hygienic science. The presence of harmful factors in the workplace poses a potential danger to the reproductive health of workers.

The working conditions of women engaged in laboratory and analytical activities at the petrochemical complex (PCC) were studied. When assessing working conditions, all harmful factors of the work environment, as well as factors of the work process, were taken into account at the workplace. Instrumental measurements of physical factors and determination of the presence of toxic substances in the working environment of laboratories were carried out by publicly available hygienic methods, according to approved regulatory documents.

The prognostic (a priori) occupational risk to the reproductive health of female workers was assessed.

Conducted hygienic studies have established that women engaged in laboratory and analytical activities at the NHC were exposed to the combined effects of a complex of harmful chemicals of inorganic and organic nature, belonging to the 2-4 hazard class.

Concentrations of chemicals in the air of the working area of laboratories were found at or below their maximum permissible concentration (MPC). It has been shown that low-intensity factors affect female workers.

A number of chemicals, similar in chemical structure, have unidirectional action and summation effect. Considering this fact, the coefficient of summation of unidirectional chemicals calculated by us was from 1.04 to 1.53.

Laboratory workers also had a tense work process due to a 3-shift work schedule, including night shifts.

Thus, the working conditions of female workers in the laboratories of the NHC by chemical factor, taking into account the summation coefficient, the intensity of the labor process caused by the 3-shift nature of work, can be characterized, according to p.2.2.2006-05, as harmful - 3.1, which represent an a priori risk of violations of the reproductive health of workers.

Keywords: *femaleworkers; petrochemicalproduction; laboratories; workingconditions; occupational risk.*

For citation: M.K. Gainullina, L.K. Karimova, N.A. Muldasheva, F.F. Karimova, B.F. Teregulov. Assessment of occupational risk according to hygienic criteria for reproductive health of female workers in laboratories of petrochemical industries. 2021;4:216-230.

Correspondence: Makhmuza K. Gainullina, Dr.Sc. (Medicine), Professor, Chief Reseacher at the Department of Occupational Health, «Ufa Research 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/10.24412/2411-3794-2021-10414>

При критической демографической ситуации в стране одной из важных задач современной гигиенической науки является охрана здоровья женщин, совмещающих работу с материнством. Наличие на рабочих местах вредных химических, физических, биологических производственных факторов, сопряженных с тяжестью и напряженностью трудового процесса, представляет потенциальную опасность для репродуктивного здоровья работников [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Химические вещества занимают особое место среди вредно действующих производственных факторов на женщин-работниц [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Отмечается наличие огромного количества химических веществ неорганической и органической природы, используемых в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Ими являются исходное сырье, реагенты, катализаторы химических процессов и др., промежуточные соединения, конечные продукты - получаемая товарная химическая продукция.

Химические вещества могут оказывать вредное влияние на состояние репродукции как женщин, так и мужчин. Эти химические агенты называются репродуктивными токсикантами [15, 16, 17, 18].

Цель исследования – оценка априорного профессионального риска репродуктивному здоровью работниц лабораторий нефтехимических производств.

Материалы и методы. Исследования проводились на крупном НХК, где в качестве сырья используются природный газ, нефть, а также газы нефтепереработки; выпускается более семи десятков наименований продукции нефтеорганического синтеза, такие как бензол, метилбензол,

нитрозодиметилгидразин, этилбензол, бутилены, органические спирты, пропилен, этилен, оксид этилена, стирол и др.

На 30 различных производствах НХК - нефтехимии, нефтепереработки, органического синтеза и др. - работают более 10 тысяч человек, из которых женщины составляют около одной трети. Преимущественно (90-100%) женщины работают специалистами по отбору проб (пробоотборщики), химического анализа (лаборанты), научно-исследовательских изысканий (инженеры-химики) и др.

Технологические процессы проводятся в непрерывном замкнутом цикле с использованием современных герметичных типов оборудования, оснащенных автоматизированными системами дистанционного управления.

Оценка условий труда женщин-работниц проводилась в лабораториях производств бензола, этилбензола-стирола, нефтепереработки. При этом учитывали все имеющиеся на рабочих местах вредные факторы рабочей среды, а также факторы трудового процесса. В лабораториях инструментальные замеры физических факторов и определение наличия вредных веществ в рабочей зоне проводились общедоступными методами, согласно утвержденным нормативным документам [19, 20].

При одновременном обнаружении вредных веществ, обладающих однонаправленным действием, рассчитывали коэффициент суммации ($K_{\text{сумм.}}$) - отношение фактических концентраций веществ к их ПДК, согласно приказу Минтруда и социальной защиты РФ, приложение №8 «Перечень вредных химических веществ однонаправленного действия с эффектом суммации» [21]. $K_{\text{сумм.}}$ использован как интегральный показатель химического загрязнения рабочей зоны различными веществами, независимо от производства.

Всего было проведено 120 измерений шума, вибрации, микроклимата, отобрано и проанализировано 3074 пробы воздуха рабочей зоны.

Статистическая обработка данных проведена с помощью стандартных компьютерных программ, результаты выражены как общесредние величины с соответствующими стандартными отклонениями.

Оценка факторов рабочей среды и трудового процесса в лабораториях НХК осуществлена согласно Руководству Р.2.2.2006-05 [22].

Результаты. Лаборатории НХК, отдела технического контроля, научно-исследовательского сектора располагаются в отдельных зданиях, цеховые лаборатории – здесь же, в специально оборудованных помещениях.

Лаборатории оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, вытяжными шкафами, используются современные типы лабораторно-аналитического оборудования - спектрофотометры, атомно-абсорбционные спектрофотометры, хроматографы и др.

Пробоотборщики в специальных контейнерах доставляют пробы нефтехимического сырья, промежуточной и окончательной продукции в лаборатории. Проведенный хронометраж рабочего времени показал, что они 30-40% рабочего времени заняты отбором продукции. Остальное время заняты мойкой, сушкой используемой при отборе проб лабораторной посуды и заполнением журналов.

Лаборанты-химики проводят исследования отобранных проб непосредственно в лабораториях, оснащенных вытяжными шкафами. Большая часть аналитических исследований выполняется в положении стоя, которое занимает до 60% рабочего времени.

Вредные вещества загрязняют рабочие зоны лаборатории при проведении некоторых химических анализов, требующих отключения вентиляционных систем (например, определение температуры вспышки), а также при проведении исследований на крупногабаритном оборудовании, открытии и закрытии передней панели вытяжных шкафов, перемещении использованной лабораторной посуды, отборников, пипеток для мойки и др.

В обязанности инженеров-химиков входят: общее руководство, контроль над выполнением лабораторных исследований, анализ и обобщение полученных результатов, совместно с работниками научно-исследовательского сектора они проводят экспериментальные, исследовательские работы, осуществляют поиск новых эффективных и более экономичных методов лабораторного контроля и т.д.

В таблице 1 приведены данные загрязнения вредными веществами воздуха рабочей зоны лабораторий производств бензола, этилбензола-стирола, нефтепереработки. Из представленных данных видно, что женщины-работницы контактировали с комплексом вредных веществ 2-4 классов опасности в зависимости от производства [23]. При этом среднесменные концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны лабораторий НХК, как правило, не превышали их ПДК.

Таблица 1

Загрязнение вредными веществами рабочих зон лабораторий НХК

Вещества	Концентрация, мг/ м ³		*ПДК, мг/м ³	** Класс опасно сти	*** Характер действия
	Максималь но-разовая	Средне сменная (M± m)			
Производство бензола					
бензол	4,4	2,2±0,04	15/5	2	Р, К
диметилбензол (ксилол)	20,9	10,2±2,1	150/50	3	
метилбензол (толуол)	35,0	16,0±2,2	150/50	3	
пропан-2-он (ацетон)	73,5	32,0±2,4	800/200	4	Р
Производство этилбензола-стирола					
этилбензол	1,7	0,8±0,2	150/50	4	
этинилбензол (стирол)	3,8	1,7±0,05	30/10	3	
метилбензол (толуол)	23,2	11,7±0,6	150/50	3	
бензол	3,5	3,1±0,1	15/5	2	Р, К
Нефтепереработка					
углеводороды ал. предельные C ₁ -C ₁₀	47,0	12,3±4,1	900/300	4	
дигидросульфид смесь углеводородов C ₁ -C ₅	3,7	1,4±0,06	3	2	О, Р
бензин (растворитель, топливный)	32,5	21,9±1,8	300/100	4	Р
проп-2-енонитрил (акрил. кислоты нитрил)	0,8	0,4±0,02	1,5/0,5	4	Р, А
сера диоксид sulfur dioxide	5,2	1,2±0,02	10	3	

Примечание: * - в числителе максимально разовая концентрация веществ, в знаменателе – среднесменная ПДК; ** - классификация по ГОСТ 12.1.007-76 [23]; *** О – общетоксический; А – может вызвать аллергические заболевания; К - канцерогенный; Р – репродуктивнотоксичный [24]

Вещества близкие по химическому строению могут проявить однонаправленное действие, что может привести к усилению токсического действия (суммационный эффект) на организм, поэтому для каждого химического вещества рассчитана доля от их ПДК.

Проведена гигиеническая оценка условий труда работниц лабораторий при комбинированном воздействии вредных веществ по коэффициенту суммации вредных химических веществ по среднесменным концентрациям (табл. 2).

Таблица 2

Гигиеническая оценка условий труда работниц лабораторий при комбинированном воздействии вредных веществ

Лаборатории производств	Вещества, близкие по химическому строению, однонаправленного действия, доля от их ПДК	* Ксумм.	**Класс условий труда
бензола	бензол - 0,44; диметилбензол (ксилол) - 0,2; метилбензол (толуол) - 0,32; пропан-2-он (ацетон) - 0,16	1,24	3.1
этилбензол-стирола	этилбензол – 0,02; этилбензол (стирол) - 0,17; метилбензол (толуол) - 0,23; бензол - 0,62	1,04	3.1
нефтеперерабатывающего завода	углеводороды алифатические предельные C ₁ -C ₁₀ – 0,04; дигидросульфид смесь углеводородов C ₁ -C ₅ – 0,47; бензин (растворитель, топливный) - 0,22; проп-2-енонитрил (акриловой кислоты нитрил) - 0,8	1,53	3.1

Примечание: *Ксумм. – коэффициент суммации, рассчитанный для среднесменной концентрации ПДК вредных химических веществ [21]; **- класс условий труда в соответствии с Р 2.2.2006-05 [22]

Исходя из представленных данных видно, что $K_{\text{сумм.}}$ долей ПДК вредных химических веществ, близких по химическому строению, и однонаправленного действия находился в диапазоне от 1,04 до 1,53 в зависимости от производства.

Расчитанные эквивалентные уровни шума для указанных категорий работниц составили 72 дБА, что позволило оценить условия труда по данному фактору как допустимые (2).

Условия труда лаборантов химического анализа, инженеров-химиков по параметрам микроклимата и уровням освещенности соответствовали гигиеническим нормативам.

Класс условий труда по тяжести трудового процесса у работниц лабораторно-аналитических подразделений относится к допустимому (2).

Учитывая непрерывность технологических процессов на НХК, график труда работниц лабораторий является 3-сменным, включая работу ночью, класс условий труда по напряженности трудового процесса относится к вредному (3.1).

Обсуждение. Проведенными гигиеническими исследованиями установлено, что на женщин-работниц независимо от профессии в лабораториях производств бензола, этилбензола-стирола, нефтепереработки оказывает комбинированное воздействие комплекс вредных химических веществ органической и неорганической природы разного класса опасности (2 - 4 классов) [23]. Ко 2-му классу опасности (высоко опасные) относятся: бензол, дигидросульфид смесь углеводородов C1-C5; к 3-му (умеренно опасные) - этилбензол, метилбензол, диметилбензол, сера диоксид; к 4-му (малоопасные) - углеводороды алифатические предельные C₁₋₁₀, бензин, пропан-2-он (ацетон), этилбензол. При этом среднесменные концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны лабораторий НХК, как правило, не превышали их ПДК. Имеет место воздействие на женщин-работниц лабораторий нефтехимических производств факторов малой интенсивности.

Вредные вещества, обнаруженные в воздухе рабочей зоны лабораторий НХК, могли проявить общетоксический, раздражающий, канцерогенный, репродуктивнотоксичный эффект, вызвать аллергические заболевания. В отдельных случаях они могут оказать несколько видов негативных эффектов на организм.

Коэффициент суммации веществ однонаправленного действия, в том числе опасных для репродуктивного здоровья, составил больше 1,0. Согласно

Руководству Р.2.2.2006-05 [22], при $K_{\text{сумм}}$ больше единицы и меньше двух условия труда оцениваются как первая степень вредного класса условий труда (3.1).

Оценка микроклимата, шума, тяжести трудового процесса работниц в лабораториях НХК показала, что они соответствовали гигиеническим нормативам (класс условий труда 2).

Учитывалась напряженность труда, отнесенная к вредному классу условий труда (3.1), обусловленная трехсменным графиком работы, включая ночную смену.

Таким образом, условия труда в лабораториях НХК по химическому фактору, напряженности трудового процесса охарактеризованы как вредные – первая степень третьего класса (3.1), что представляет малую степень априорного риска нарушений репродуктивного здоровья работниц [25].

По мнению ряда авторов, при воздействии химических факторов на работниц могут наблюдаться нарушения их репродуктивного здоровья [5, 6, 10, 16, 18].

При существующем риске комбинированного воздействия вредных веществ, обладающих однонаправленным действием на работниц лабораторий НХК, возникает необходимость научного анализа нарушений репродуктивного здоровья у женщин и оценки профессиональной их обусловленности.

Выводы

1. Условия труда в лабораториях НХК характеризуются наличием в рабочей зоне комплекса вредных химических веществ, относящиеся ко 2-4 классу опасности и обладающие однонаправленным действием.
2. Концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны лабораторий обнаружены на уровне или ниже их ПДК. Коэффициент суммации химических веществ, близких по химическому строению, и однонаправленного действия составил больше единицы.
3. По общей оценке условия труда работниц лабораторий НХК относятся к первой степени вредного класса - 3.1, что может представлять априорный риск развития нарушений репродуктивного здоровья работниц.

Список литературы:

1. Бабанов С., Стрижаков Л., Агаркова И. Профессиональные факторы и проблемы управления репродуктивными рисками. *Врач*. 2019. 8: 3-9.
2. Балабанова Л.А., Имамов А.А., Камаев С.К. О роли условий труда в возникновении нарушений репродуктивного здоровья у работников машиностроения. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 9:556-556.
3. Pocar P., Fiandanese N., Secchi C. Effects of Polychlorinated Biphenyls in CD-1 Mice: Reproductive Toxicity and Intergenerational Transmission. *Toxicol. Sci*. 2012; 126: 213-226.
4. Измеров Н.Ф., Сивочалова О.В., Фесенко М.А., Денисов Э.И. Проблема сохранения репродуктивного здоровья работников при воздействии вредных факторов производственной и окружающей среды. *Вестник РАМН*. 2012. 12: 47-54.
5. Никитин А.И. Вредные факторы среды и репродуктивная система человека (ответственность перед будущими поколениями). СПб.: «ЭЛБИ-СПб», 2005; 216 с.
6. Производственные вредности и репродуктивная функция. Краткие заметки. *Хроника ВОЗ*. 2006; 40 (4): 731-733.
7. 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.
8. Banton M.I., Bus J.S., Collins J.J., Delzell E., Gelbke H.P., Kester J.E., Moore M.M., Waites R., Sarang S.S. Evaluation of potential health effects associated with occupational and environmental exposure to styrene - an update. *J. Toxicol Environ Health B. Crit. Rev*. 2019. 22:1-130.
9. Björvang R.D., Damdimopoulou P. Persistent environmental endocrine-disrupting chemicals in ovarian follicular fluid and in vitro fertilization treatment outcome in women. *Ups J. Med. Sci*. 2020. 125:85-94.
10. Воробьева А.А., Власова Е.М., Лешкова И.В. Влияние вредных производственных факторов на репродуктивное здоровье работников химических производств. *Санитарный врач*. 2020; 8: 27-35.
11. Kahn L.G., Harley K.G., Siegel E.L., Zhu Y., Factor-Litvak P., Porucznik C.A., Kleinfedyshin M., Hipwell A.E.; program collaborators for Environmental Influences

- on Child Health Outcomes Program. Persistent organic pollutants and couple fecundability: a systematic review. Hum. Reprod. Update. 2021; 27: 339-366.
12. Kennedy M. S. Pregnancy and Chemicals Don't Mix. II Amer. J. Nursing. 2005; Vol. 105 (2): 16 - 20.
 13. Сивочалова О.В., Фесенко М.А., Гайнуллина М.К., Денисов Э.И., Голованева Г.В. Профессиональный риск репродуктивных нарушений, проблемы и принципы прогнозирования их у работников при воздействии химических факторов. Современные проблемы гигиены и медицины труда: материалы Всеросс. конференции с международным участием. Уфа, 2015.
 14. Сумина А.В., Летникова Л.И. Оценка состояния репродуктивного здоровья женщин, работающих на предприятиях по хранению и реализации нефтепродуктов. Вестник новых медицинских технологий. 2011; 2: 320-322.
 15. Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека. Методические рекомендации №11-8/240-09. Экологический вестник России. 2004; 8: 12 - 21.
 16. Кошкина В.С., Антипанова Н.А., Листьева Н.П. Химические факторы, влияющие на репродуктивную функцию. Здоровье семьи -XXI век: материалы VII Междунар. науч. конф., Пермь-Валета, 2003; 97-98.
 17. Reutman S. R., Le Masters G. K., Knecht E. A. Evidence of reproductive endocrine effects in women with occupational fuel and solvent exposures [Text]. Environ. Health Perspect. 2002; 8: 805 – 811.
 18. Землянова М.А., Щербина С.Г., Елисеева Т.Н., Пустовалова О.В. Влияние производственных химических факторов, обладающих мутагенной и репротоксикантной активностью, на репродуктивное здоровье работающих женщин. Медицина труда и промышленная экология. 2011; 11: 25-28.
 19. Кириллов В.Ф. Руководство по гигиене труда. М.: Медицина, 2001; 398 с.
 20. Газохроматографическое измерение массовых концентраций бензола, изопропилбензола, пропан-2-она (ацетона) и этилбензола в воздухе рабочей зоны: Методические указания (МУК 4.1.1298-03), утв. Главным государственным санитарным врачом РФ, Министерством здравоохранения РФ 30 марта 2003 г.
 21. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки

- условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».
22. Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Руководство. Р.2.2.2006-05.-М.: Роспотребнадзор, 2005; 137 с.
 23. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
 24. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (зарегистрировано в Минюсте России 15.02.2021 №62500).
 25. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Р. 2.2.1766-03. М. 2003.

References:

1. Babanov S., Strizhakov L., Agarkova I., et al. Occupational reproductive risk factors and the problems of their management. *Vrach*. 2019. 8: 3-9. (in Russian)
2. Balabanova L.A., Imamov A.A., Kamaev S.K. On the role of working conditions in the occurrence of reproductive health disorders in mechanical engineering workers. *Occupational medicine and industrial ecology*. 2019; 9:556-556. (In Russian)
3. Pocar P., Fiandanese N., Secchi C. Effects of Polychlorinated Biphenyls in CD-1 Mice: Reproductive Toxicity and Intergenerational Transmission. *Toxicol. Sci*. 2012; 126: 213-226.
4. Izmerov N.F., Sivochalova O.V., Fesenko M.A., Denisov E.I., Golovaneva G.V. The issues of workers reproductive health protection from harmful occupational end enviromenral exposures. *Vestnik RAMN*. 2012. 12: 47-54. (in Russian)
5. Nikitin A.I. Harmful environmental factors and human reproductive system (responsibility to future generations). Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2005. 216 p. (in Russian)

6. Occupational hazards and reproductive function. *Kratkiyezametki. Khronika VOZ* [Brief notes. Chronicle of WHO]. 2006; 40 (4): 731–3. (in Russian)
7. Fesenko M. A., Sivochalova O. V., Fedorova E. V. Occupational conditionality of diseases of the reproductive system in workers engaged in harmful working conditions. *Health risk analysis*. 2017. 3: 92-100. (in Russian)
8. Banton M.I., Bus J.S., Collins J.J., Delzell E., Gelbke H.P., Kester J.E., Moore M.M., Waites R., Sarang S.S. Evaluation of potential health effects associated with occupational and environmental exposure to styrene - an update. *J. Toxicol Environ Health B. Crit. Rev.* 2019. 22:1-130.
9. Björvang R.D., Damdimopoulou P. Persistent environmental endocrine-disrupting chemicals in ovarian follicular fluid and in vitro fertilization treatment outcome in women. *Ups. J. Med. Sci.* 2020. 125:85-94.
10. Vorobyeva A.A., Vlasova E.M., Leshkova I.V. The influence of harmful production factors on the reproductive health of chemical production workers. *The sanitary doctor*. 2020. 8: 27-35.
11. Kahn L.G., Harley K.G., Siegel E.L., Zhu Y., Factor-Litvak P., Porucznik C.A., Klein-Fedyshin M., Hipwell A.E.; program collaborators for Environmental Influences on Child Health Outcomes Program. Persistent organic pollutants and couple fecundability: a systematic review. *Hum. Reprod. Update* 2021. 27: 339-366.
12. Kennedy M. S. Pregnancy and Chemicals Don't Mix. *Amer. J. Nursing*. 2005: Vol. 105 (2): 16 - 20.
13. Sivochalova O.V., Fesenko M.A., Gainullina M.K., Denisov E.I., Golovaneva G.V. Occupational risk of reproductive disorders, problems and principles of forecasting them in workers under the influence of chemical factors. *Modern problems of occupational hygiene and medicine: materials of the All-Russian Conference with international participation*. Ufa, 2015; 422 - 429. (in Russian)
14. Sumina A.V., Letnikova L.I. Assessment of the state of reproductive health of women working at enterprises for the storage and sale of petroleum products. *Bulletin of New Medical Technologies*. – 2011; 2: 320-322.
15. Hygienic assessment of harmful occupational factors and work processes hazardous to human reproductive health. *Methodical recommendations N 11-8/240-09. Ekologicheskiy vestnik Rossii* [Ecological Bulletin of Russia]. 2004; 8: 12–21. (in Russian)

16. Koshkina V.S., Antipanova N.A., Listyeva N.P. Chemical factors affecting reproductive function. Family Health -XXI century: materials of the VII International Scientific Conference. Perm-Valeta. 2003; 97-98. (in Russian)
17. Reutman S. R., Le Masters G. K., Knecht E. A. Evidence of reproductive endocrine effects in women with occupational fuel and solvent exposures [Text]. Environ. Health Perspect. 2002; 8: 805 – 811.
18. Zemlyanova M.A., Shcherbina S.G., Eliseeva T.N., Pustovalova O.V. The influence of industrial chemical factors with mutagenic and reprotoxicant activity on the reproductive health of working women. Occupational medicine and industrial ecology. 2011. 11: 25-28. (in Russian)
19. Kirillov V.F., ed. Guidance on occupational health. Moscow: Meditsina; 2001. 398 p. (in Russian)
20. Gas chromatographic measurement of mass concentrations of benzene, isopropylbenzene, propane-2-one (acetone) and ethylbenzene in the air of the working area: Guidelines (MUK 4.1.1298-03), approved. Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation, Ministry of Health of the Russian Federation on March 30, 2003. (in Russian)
21. Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation of January 24, 2014, N 33 "On approval of the Methodology for conducting a special assessment of working conditions, the Classifier of harmful and (or) hazardous production factors, a report form for conducting a special assessment of working conditions and instructions for its filling ". (in Russian)
22. Guidance on the hygienic assessment of factors of the work environment and the work process. Criteria and classification of working conditions. R.2.2.2006-05. Moscow; 2006. (in Russian)
23. GOST 12.1.007-76 Occupational safety standards system. Harmful substances. Classification and general safety requirements. (in Russian)
24. SanPiN 1.2.3685-21 Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans (registered with the Ministry of Justice of Russia on 02/15/2021 No. 62500). (in Russian)
25. Guidance on the assessment of occupational risk to the health of workers. Organizational and methodological foundations, principles and evaluation criteria. R. 2.2.1766-03. Moscow; 2003. (in Russian).

Поступила/Received: 19.11.2021

Принята в печать/Accepted: 30.11.2021

УДК 614.777:614.71

**ФБУН «УФИМСКИЙ НИИ МЕДИЦИНЫ ТРУДА И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА»
В РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ**

«ЧИСТАЯ ВОДА» И «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Валеев Т.К.^{1,2}, Сулейманов Р.А.¹, Бакиров А.Б.^{1,3}, Рахматуллин Н.Р.¹,
Рахматуллина Л.Р.¹, Бактыбаева З.Б.¹, Даукаев Р.А.¹, Степанов Е.Г.^{1,4}

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

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, Уфа, Россия

⁴ФГБОУ ВО «Уфимский государственной нефтяной технический университет»,
Уфа, Россия

Регионы с неблагоприятной эколого-гигиенической обстановкой, связанной с интенсивной химической нагрузкой на объекты среды обитания, характеризуются повышенным уровнем заболеваемости и смертности населения. Реализация мероприятий, запланированных в рамках федеральных проектов «Чистая вода» и «Чистый воздух», будет способствовать снижению уровня загрязнения питьевых вод и атмосферного воздуха, уменьшению заболеваемости, количества болезней и смертей от опасных химических веществ.

Цель исследований – обоснование эколого-гигиенических мероприятий по улучшению качества питьевых вод и атмосферного воздуха на техногенных территориях Республики Башкортостан. Проведены исследования по оценке санитарно-гигиенического состояния атмосферного воздуха, воды централизованных систем водоснабжения, риска здоровью населения. Источниками информации являлись многолетние данные регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, ведомственных лабораторий, собственных исследований. В результате исследования было установлено, что загрязнение атмосферного воздуха в городах Уфе и Благовещенске ассоциируется с повышенной вероятностью возникновения патологических изменений со стороны органов дыхания, системы крови, иммунной системы, ЦНС, развитию канцерогенных эффектов. Употребление питьевой воды централизованных систем водоснабжения Чишминского и Давлекановского

районов может способствовать развитию заболеваний почек, печени, ЖКТ, изменений со стороны ЦНС, ССС, иммунной и гормональной систем, канцерогенному риску. Проведенное исследование позволило обосновать целесообразность проведения экологических мероприятий, входящих в состав федеральных проектов «Чистая вода» и «Чистый воздух» в Республике Башкортостан.

Ключевые слова: загрязнение; атмосферный воздух; питьевая вода; риск здоровью населения; федеральные проекты.

Для цитирования: Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Бакиров А.Б., Рахматуллин Н.Р., Рахматуллина Л.Р., Бактыбаева З.Б., Даукаев Р.А., Степанов Е.Г. ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» в реализации федеральных проектов «Чистая вода» и «Чистый воздух» в Республике Башкортостан. Медицина труда и экология человека. 2021;4:231-248

Для корреспонденции: Валеев Тимур Камилевич, канд. биол. наук, с.н.с. отдела медицинской экологии ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: valeevtk2011@mail.ru

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10415>

UFA RESEARCH INSTITUTE OF OCCUPATIONAL HEALTH AND HUMAN ECOLOGY IN THE IMPLEMENTATION OF FEDERAL PROJECTS "CLEAN WATER" AND "CLEAN AIR" IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Valeev T.K.^{1,2}, Suleymanov R.A.¹, Bakirov A.B.^{1,3}, Rakhmatullin N.R.¹, Rakhmatullina L.R.¹, Baktybayeva Z.B.¹, Daukaev R.A.¹, Stepanov E.G.^{1,4}

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

² Bashkirian State University, Ufa, Russian Federation

³Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa, Russia ⁴Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

Regions with an unfavorable ecological and hygienic situation associated with an intense chemical load on the objects of the habitat are characterized by an increased level of morbidity and mortality of the population. The implementation of the measures planned within the framework of the federal projects "Clean Water" and "Clean Air" will help to reduce the level of pollution of drinking water and

atmospheric air, reduce morbidity, the number of diseases and deaths from dangerous chemicals.

The purpose of the research is to substantiate ecological and hygienic measures to improve the quality of drinking water and atmospheric air in the technogenic territories of the Republic of Bashkortostan. Studies have been conducted to assess the sanitary and hygienic state of atmospheric air, water from centralized water supply systems, and the risk to public health. The sources of information were long-term data from the regional information fund for social and hygienic monitoring, departmental laboratories, and own research. As a result of the study, it was found that atmospheric air pollution in the cities of Ufa and Blagoveshchensk is associated with an increased probability of pathological changes on the part of the respiratory system, blood system, immune system, central nervous system, the development of carcinogenic effects. The use of drinking water from centralized water supply systems in Chishminsky and Davlekanovsky districts can contribute to the development of kidney, liver, gastrointestinal tract diseases, changes in the central nervous system, cardiovascular system, immune and hormonal systems, and carcinogenic risk. The conducted research made it possible to justify the expediency of carrying out environmental measures that are part of the federal projects "Clean Water" and "Clean Air" in the Republic of Bashkortostan.

Keywords: pollution; atmospheric air; drinking water; public health risk; federal projects.

Citation: Valeev T.K., Suleymanov R.A., Bakirov A.B., Rakhmatullin N.R., Rakhmatullina L.R., Baktybayeva Z.B, Daukaev R.A., Stepanov E.G. Occupational health and human ecology. 2021;4:231-248

Correspondence: Timur K. Valeev, Cand.Sc. (Biology), Senior Researcher at the Department of Medical Ecology, «Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology», e-mail: valeevtk2011@mail.ru

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

Financing: The study had no financial support.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10415>

Негативные факторы окружающей среды являются одним из основных барьеров стабильного социально-экономического развития страны, при этом наибольший удар приходится на здоровье населения, характеризующее уровень жизни и развития общества [1].

Согласно данным Роспотребнадзора, в Российской Федерации (РФ) в 2020 г. с воздействием химических примесей атмосферного воздуха селитебных территорий ассоциировано 5,1 дополнительных случая смерти и 1032,0 дополнительных случая заболеваний на 100 тыс. всего населения, с несоответствием питьевой воды санитарно-химическим и микробиологическим требованиям – 9,24 случая дополнительной смертности и 938,07 случая дополнительных заболеваний на 100 тыс. всего населения [2].

В свете реализации Указа Президента РФ № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [3], для формирования новой экологической политики, направленной на защиту здоровья и благополучия населения, с 2019 г. в стране выполняются федеральные проекты (ФП) «Чистая вода» и «Чистый воздух» [4].

ФП «Чистая вода» поставлена цель – повысить качество питьевой воды для населения РФ. Проектом предполагается к 2024 году увеличить долю населения РФ, обеспеченного питьевой водой, соответствующей требованиям безопасности, из централизованных систем водоснабжения до 90,8%, а городского – до 99%. Реализация ФП позволит обеспечить около 5 млн граждан РФ качественной питьевой водой, что существенно улучшит состояние здоровья и повысит продолжительность жизни населения [5].

Целью ФП «Чистый воздух» является кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем 20% совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах РФ [6, 7].

Необходимость реализации мероприятий, входящих в состав ФП «Чистая вода» и «Чистый воздух», в Республике Башкортостан (РБ), как и во многих других промышленно развитых субъектах РФ, обусловливается низким экологическим благополучием селитебных территорий [8-14].

Научные исследования ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» по участию в реализации ФП «Чистая вода» и ФП «Чистый воздух» проводятся в плановом порядке совместно с Управлением Роспотребнадзора по РБ и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РБ». Срок выполнения исследований: 2019-2024 гг.

Цель исследований - обоснование эколого-гигиенических мероприятий по улучшению качества питьевых вод и атмосферного воздуха на техногенных территориях РБ.

Материал и методы исследования. Алгоритм исследований по реализации ФП «Чистая вода» и «Чистый воздух», проводимых сотрудниками ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», включает следующие блоки:

- идентификация факторов опасности и оценка эколого-гигиенической ситуации на отдельных территориях РБ с выделением зон «риска», подверженных наиболее высокой природно-техногенной нагрузке на качество атмосферного воздуха и питьевых вод;

- гигиеническая оценка качества воды и атмосферного воздуха с обоснованием перечня приоритетных поллютантов на отдельных территориях РБ;

- оценка эколого-гигиенических рисков здоровью населения, связанных с экспозицией загрязняющих веществ из питьевых вод и атмосферного воздуха;

- сопоставление уровней рисков с показателями заболеваемости населения для анализа адекватности оценок рисков реальной медико-демографической ситуации в РБ;

- анализ и оценка эффективности проводимых мероприятий по улучшению санитарно-гигиенических показателей факторов среды обитания;

- разработка рекомендаций по совершенствованию существующей системы мониторинга, улучшению качества питьевой воды и атмосферного воздуха в РБ.

Информационными материалами для проведения гигиенической оценки качества атмосферного воздуха и питьевой воды являлись результаты многолетних наблюдений за качеством питьевых вод лабораторий Центра гигиены и эпидемиологии в РБ, МУП «Башкоммунводоканал», за состоянием воздуха на стационарных постах сети государственного экологического мониторинга ФГБУ «Башкирское УГМС» и постах СГМ Управления Роспотребнадзора по РБ, научных исследований ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». Анализ санитарно-гигиенического состояния объектов окружающей среды осуществлялся путем сопоставления

полученных результатов с нормативами загрязняющих компонентов, в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21³.

Расчеты, оценка и интерпретация уровней канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения проводились по утвержденной методологии, изложенной в Р 2.1.10.1920-04⁴. Для установления уровней экспозиции определялись максимальные и минимальные концентрации загрязняющих веществ, медианные (среднегодовые) концентрации за многолетний период наблюдения, 90-перцентили. При характеристике риска здоровью населения ориентировались на общепринятую систему критериев приемлемости: для канцерогенного риска диапазон допустимого уровня – от $1,0E-06$ до $1,0E-04$, для неканцерогенного – значение индекса опасности, не превышающее единицу.

Результаты. На этапе идентификации факторов риска были определены основные территории исследования, которые характеризуются неблагоприятным состоянием окружающей среды. Как показали результаты анализа данных мониторинговых наблюдений за 2016-2020 гг., питьевая вода централизованных систем водоснабжения, подаваемая населению Баймакского, Бирского, Благовещенского, Давлекановского, Иглинского, Кушнаренковского, Стерлитамакского, Уфимского, Чишминского и ряда других муниципальных районов РБ, обладает низким качеством и не соответствует гигиеническим требованиям. Основным показателем, характеризующим неудовлетворительное качество питьевых вод на этих территориях, является повышенное содержание солей жесткости, сульфатов, железа, марганца, нитратов, соединений группы пестицидов.

Неудовлетворительное качество атмосферного воздуха наблюдается на территориях размещения городов Уфы, Стерлитамака, Салавата, Благовещенка, Туймазы, Уфимского района РБ. Распространенными аэрополлютантами, концентрации которых в атмосферном воздухе периодически превышают ПДК, являются бензол, взвешенные вещества, гидроксibenзол, гидрохлорид, дигидросульфид, диметилбензол, диоксид азота, изопрпилбензол, оксид углерода, серы диоксид, формальдегид, хлорбензол, этилбензол.

³ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»».

⁴ Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. - 143 с.

За период 2019-2020 гг. в рамках реализации ФП «Чистая вода» исследованиями были охвачены территории Чишминского и Давлекановского районов РБ, ФП «Чистый воздух» – территории городов Уфы и Благовещенска. Рассчитаны уровни неканцерогенных и канцерогенных рисков здоровью населения, обусловленных экспозицией химических веществ, загрязняющих питьевую воду и атмосферный воздух.

Исследования по ФП «Чистая вода»

Результаты расчетов неканцерогенного риска здоровью населения, связанного с употреблением питьевых вод, на исследуемых территориях свидетельствуют о повышенной вероятности развития неблагоприятных эффектов со стороны отдельных органов и систем (табл. 1). Так, для населения Чишминского района, употребляющего воду с Исаковского водозабора, существует риск здоровью со стороны ЦНС (допустимое значение индекса опасности (HI) превышает в 3,7 раза) за счет комбинированного содержания в воде мышьяка и свинца; печени (HI=1,5) за счет линдана и ДДТ; почек (HI=1,5) за счет присутствия кадмия и линдана; со стороны ССС, иммунной системы, ЖКТ и кожи (HI=3,6) за счет присутствия в питьевой воде мышьяка; гормональной системы (HI=5,3) за счет содержания мышьяка, кадмия, свинца, ДДТ, линдана.

Расчеты индексов опасности развития неблагоприятных эффектов при пероральном поступлении токсикантов, присутствующих в питьевой воде Кирзаводского водозабора Давлекановского района, обуславливают повышенную вероятность патологических изменений со стороны печени (HI=3,8) – за счет содержания пестицидов (линдана и ДДТ), почек (HI=2,4) – кадмия и линдана, а также гормональной системы (HI=5,3) – ДДТ, линдана, мышьяка, кадмия и свинца.

Таблица 1

Результаты оценки риска неканцерогенных эффектов для здоровья населения, ассоциированных с употреблением питьевых вод Чишминского и Давлекановского районов РБ

Критические органы и системы	Индексы опасности (HI)	
	Чишминский район	Давлекановский район
Печень	1,5	0,7
Почки	1,5	2,4
Кожа	3,6	0,7
ЦНС	3,7	0,7

ССС	3,6	0,7
ЖКТ	3,6	0,7
Иммунная система	3,6	0,7
Гормональная система	5,3	4,6

Кроме того, для жителей Давлекановского и Чишминского районов существует риск развития канцерогенных эффектов (табл. 2). Согласно проведенным расчетам, значения уровней суммарных канцерогенных рисков здоровью составили $1,9E-03$ (в Давлекановском районе) и $2,4E-03$ (в Чишминском районе), что в соответствии с методологией оценки риска характеризуется как неприемлемый риск. Основными токсикантами, формирующими повышенный уровень канцерогенного риска на этих территориях, являются мышьяк, шестивалентный хром, соединения группы пестицидов (линдан, ДДТ). Уровни популяционных канцерогенных рисков составили для жителей Чишминского района, использующих питьевую воду с Исаковского водозабора, – 130, Давлекановского района, использующих воду с Кирзаводского водозабора, – 76 дополнительных случаев.

Таблица 2

Результаты оценки риска канцерогенных эффектов для здоровья населения, ассоциированных с употреблением питьевой воды Чишминского и Давлекановского районов РБ

Показатель	Уровень индивидуального канцерогенного риска	
	Чишминский район	Давлекановский район
Мышьяк	$1,6E-03$	$3,1E-04$
Кадмий	$8,0E-06$	$1,5E-06$
Свинец	$3,0E-05$	$1,8E-06$
Хром 6+	$2,2E-04$	$4,6E-04$
ДДТ	$1,5E-05$	$2,4E-04$
Линдан	$5,6E-04$	$9,2E-04$
Суммарный канцерогенный риск	$2,4E-03$	$1,9E-03$
Популяционный риск, число случаев	130 (на 53 тыс. чел.)	75 (на 39 тыс. чел.)

Исследования по ФП «Чистый воздух»

Расчеты хронических неканцерогенных эффектов свидетельствуют о том, что загрязнение атмосферного воздуха химическими соединениями формирует повышенные уровни рисков для здоровья населения в городах Уфе и Благовещенске (табл. 3). Наиболее значимыми, превышающими допустимое значение (более единицы), являются риски в отношении органов дыхания (HI 4,1-7,6), сердечно-сосудистой (HI 1,02-2,1), центральной нервной (HI 1,7-2,2) систем, системы крови (HI 2,2-3,5), процессов развития (HI 3,3-4,4), иммунной системы (HI 4,3-5,8), органов зрения (HI 1,6-3,3). Рассчитанные уровни риска также свидетельствуют о вероятности онкологических заболеваний (HI 2,0-2,3) и повышения уровня смертности населения (HI 1,2-1,5). Комбинированное воздействие аэрополлютантов, оказывающих влияние на другие органы и системы (печень, почки, гормональную систему), оценивается как допустимое.

Риск здоровью населения в отношении органов дыхания (HI 4,0-7,5) формируют в основном взвешенные вещества (HQ 1,1-1,5), формальдегид (HQ 0,93-3,3), азота диоксид (HQ 0,85-1,02), азота оксид (HQ 0,15-0,6), углерод (HQ 0,24-1,0); системы крови (HI 2,5-3,5) – бензол (HQ 0,33-1,7), азота оксид и диоксид (HQ 0,15-0,6 и HQ 0,6-1,02), углерода оксид (HQ 0,33-0,47); сердечно-сосудистой системы (HI 0,9-2,1) – бензол (HQ 0,33-1,7) и углерода оксид (HQ 0,33-0,47); центральной нервной системы (HI 1,7-2,3) – бензол (HQ 0,33-1,7), углерода оксид (HQ 0,33-0,47), фенол (HQ 0,33); иммунной системы (HI 4,6-5,3) – бенз(а)пирен (HQ 2,0), формальдегид (HQ 0,93-3,3), бензол (HQ 0,33-1,7); органов зрения (HI 0,9-2,7) – формальдегид (HQ 0,93-3,3); процессов развития (HI 3,3-4,4) – бенз(а)пирен (HQ 2,0), формальдегид (HQ 0,93-3,3), бензол (HQ 0,33-1,7), углерода оксид (HQ 0,33-0,47), четыреххлористый углерод (HQ 0,12-0,3).

Таблица 3

Результаты оценки риска неканцерогенных эффектов для здоровья населения, ассоциированных с качеством атмосферного воздуха, в городах Уфе и Благовещенске

Критические органы и системы	Индексы опасности, (HI)	
	г. Уфа	г. Благовещенск
Органы дыхания	7,5	4,0
Система крови	2,5	3,5
ССС	0,9	2,1
Иммунная система	5,3	4,6
ЦНС	1,7	2,3
Печень	0,6	0,1
Почки	0,7	0,3
Процессы развития	3,3	4,4
Репродуктивная система	0,5	1,9
Глаза	2,7	0,9
Красный костный мозг	0,4	1,7
Системное действие	1,0	0,2
Гормональная система	0,1	0,2
Зубы	1,0	0,2
Рак	2,3	2,0
Уровень смертности	1,5	1,2

Кроме того, в связи с повышенным содержанием в атмосферном воздухе бензола, в г. Благовещенске прогнозируется риск развития неблагоприятных эффектов со стороны репродуктивной системы (HI 1,9) и красного костного мозга (HI 1,7).

Рассчитанные уровни суммарных индивидуальных канцерогенных рисков, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха, характеризуются как неприемлемые для населения и составили: в Уфе – 9 случаев на 10 тыс. населения ($9,0E-04$), Благовещенске – 6 случаев на 10 тыс. населения ($6,0E-04$) (табл. 4). В структуре аэрогенного канцерогенного риска наибольшее значение имеют: в Уфе – формальдегид, четыреххлористый углерод, хром, сажа (углерод черный), в Благовещенске – бензол.

Таблица 4

Результаты оценки канцерогенных эффектов для здоровья населения, ассоциированных с ингаляционным поступлением химических веществ из атмосферного воздуха в городах Уфе и Благовещенске

Показатель	Уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска (ICR)	
	г. Уфа	г. Благовещенск
Суммарный канцерогенный риск	9,0E-04	6,0E-04
Популяционный канцерогенный риск, число дополнительных случаев	980 (на 1 млн чел.)	21 (на 37 тыс. чел.)

Обсуждение. Как показали результаты исследования, элементный состав питьевой воды централизованных систем водоснабжения Чишминского и Давлекановского районов при пероральной экспозиции населением может способствовать развитию заболеваний почек, печени, ЖКТ, изменениям со стороны ЦНС, ССС, иммунной и гормональной систем, канцерогенному риску. Приоритетными токсикантами, формирующими повышенный риск здоровью населения при употреблении питьевых вод, являются мышьяк, свинец, кадмий, соединения группы пестицидов. Причинами низкого качества питьевой воды, подаваемой населению, являются как факторы природного характера, так и техногенное загрязнение поверхностных и подземных источников водоснабжения стоками промышленных объектов. Кроме того, существенным фактором, влияющим на качество питьевых вод, является изношенность водопроводных сетей. Так, по данным Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, износ коммунальной инфраструктуры по РБ составляет 48,7%. По данному показателю среди субъектов РФ республика занимает 5-е место [15].

Многокомпонентное загрязнение атмосферного воздуха в городах Уфе и Благовещенске ассоциируется с повышенной вероятностью возникновения патологических изменений со стороны органов дыхания, системы крови, иммунной системы, ЦНС, развития канцерогенных эффектов. Выявленные

уровни рисков хронических ингаляционных воздействий обуславливаются комплексом химических примесей, однако основной вклад вносят 10 веществ, из 20 рассмотренных в данном исследовании: формальдегид, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, азота оксид и диоксид, сажа, бензол, гидроксibenзол, углерода оксид, четыреххлористый углерод. Основными причинами загрязнения атмосферного воздуха в рассматриваемых городах является высокая концентрация различных промышленных объектов – стационарных источников токсичных выбросов, с преобладанием предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической отраслей, а также размещение большого парка автотранспортных средств – передвижных источников газопылевых выбросов.

Вероятное неблагоприятное воздействие на состояние здоровья населения, ассоциированного с загрязнением атмосферного воздуха и питьевых вод, подтверждается многочисленными работами отечественных и иностранных исследователей [13, 16-23].

В рамках реализации федеральных проектов «Чистая вода» и «Чистый воздух» в РБ на 2019-2024 годы запланированы работы по строительству, реконструкции (модернизации) 29 объектов водоснабжения, расположенных на территориях 19 муниципальных образований, модернизации производств и выполнению воздухоохраных мероприятий на предприятиях, являющихся основными стационарными источниками выбросов загрязняющих веществ в республике (АНК «Башнефть», ООО «Башкирская генерирующая компания», АО «Башкирская содовая компания», ООО «Газпром трансгаз Уфа»). Также планируется приобретение автобусов, работающих на газомоторном топливе, и установка в городах новых дополнительных пунктов автоматизированного мониторинга атмосферы [15, 24]. Реализация данных мероприятий позволит увеличить показатели доли населения РБ, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, с 86,6 до 92,5% к 2024 году, уменьшить количество выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников и улучшить качество атмосферного воздуха в промышленно развитых городах, что в свою очередь будет способствовать сохранению здоровья, снижению уровня смертности, увеличению продолжительности и качества жизни в республике.

Заключение. Таким образом, реализованный этап научных исследований позволил определить ряд «проблемных» районов РБ и ориентировочно

оценить существующие риски здоровью населения отдельных территорий, обусловленных качеством атмосферного воздуха и питьевых вод. Полученные результаты свидетельствуют о существовании региональных эколого-гигиенических проблем, способствующих загрязнению среды обитания и неблагоприятному воздействию на состояние здоровья населения. Это подтверждает необходимость и целесообразность реализации в РБ мероприятий, входящих в состав федеральных проектов «Чистая вода» и «Чистый воздух».

В ходе дальнейшей работы планируется продолжить исследования по выявлению зон риска территорий РБ, характеризующих наиболее высокую природно-техногенную нагрузку на качество атмосферного воздуха и питьевых вод; анализу и оценке эффективности проводимых мероприятий по улучшению санитарно-гигиенических показателей факторов среды обитания и снижению рисков здоровью населения; разработке рекомендаций по совершенствованию существующей системы мониторинга, улучшению качества питьевой воды и атмосферного воздуха.

Список литературы:

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2020.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021.
3. Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (дата обращения: 26.02.2021).
4. Новости Роспотребнадзора. [Электронный ресурс] URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=12608&sphrase_id=3656897 (дата обращения: 19.08.2021).
5. Паспорт федерального проекта «Чистая вода» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/72727218/> (дата обращения: 03.03.2021).

6. Паспорт федерального проекта «Чистый воздух» [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2018/05/08/president-ukaz204-site-dok.html> (дата обращения: 03.03.2021).
7. Паспорт нацпроекта «Экология». Утвержден 24.12.2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2018/05/08/pre-sident-ukaz204-site-dok.html> (дата обращения: 28.02.2021).
8. Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахманин Ю.А., Малышева А.Г., Рахматуллина Л.Р. Методические подходы к гигиенической оценке объектов окружающей среды и обоснованию профилактических мероприятий на территориях размещения предприятий нефтехимии и нефтепереработки. Гигиена и санитария. 2019; 9: 923-929.
9. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». Анализ риска здоровью. 2019; 4: 4–13.
10. Стрельникова Т.Д. О реализации национального проекта «Экология» в Липецкой области. Россия: тенденции и перспективы развития. 2021; №16-1: 1102-1105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-realizatsii-natsionalnogo-proekta-ekologiya-v-lipetskoj-oblasti> (дата обращения: 01.09.2021).
11. Сидоров А.А., Кудинова Г.Э., Розенберг Г.С., Розенберг А.Г. Национальный проект «Экология»: планы и промежуточный ход реализации. Азимут научных исследований: экономика и управление. 2020; 9(32): 219-224.
12. Волкова О.Н. Перспективные экологические профессии в условиях нарастания экологического кризиса. Экосистемы. 2021; 25: 125-134.
13. Механтьев И.И., Клепиков О.В., Масайлова Л.А., Молоканова Л.В., Попова Л.В. Оценка риска здоровью населения Воронежской области для обоснования мероприятий региональной составляющей федерального проекта «Чистая вода». Вестник новых медицинских технологий. 2021;15(1): 77-82. doi: 10.24412/2075-4094-2021-1-2-2.
14. Горбанев С.А., Еремин Г.Б., Новикова Ю.А., Выучейская Д.С. Федеральный проект «Чистая вода». Первые итоги. Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2019; 14(1): 252-259.
15. Паспорт региональной программы «Чистая вода» [Электронный ресурс]. URL: <https://pravitelstvorb.ru/ru/natsionalnoe-razvitie/natsionalnye-proekty/g5.pdf> (дата обращения: 20.02.2021).

16. Заводова Е.И., Леонова А.А., Оськина О.Ф. Характеристика риска для здоровья населения города Саранска Республики Мордовия, связанного с качеством питьевой воды централизованного водоснабжения. Анализ риска здоровью. 2014; 4: 47-51.
17. Кику П.Ф., Кислицына Л.В., Богданова В.Д., Сабирова К.М. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Приморского края. Гигиена и санитария. 2019; 1(98): 94-101.
18. Suleimanov R.A., Bakirov A.B., Gimranova G.G., Valeev T.K. Hygienic assessment of health risks of the population living in the areas of intensive oil extraction. Revista Amazonia investiga. 2020; 9(26): 97-104.
19. Chanpiwat P., Lee B.T., Kim K.W. Human health risk assessment for ingestion exposure to groundwater contaminated by naturally occurring mixtures of toxic heavy metals in the Lao PDR. Environmental Monitoring and Assessment. 2014; 8(186): 4905-4923.
20. Apergis N., Mustafa G., GhoshDastidar S. An analysis of the impact of unconventional oil and gas activities on public health: New evidence across Oklahoma counties. Energy Economics. 2021; 97: 105223. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105223>
21. Wang W.L., Wu Q.Y., Wang C. Health risk assessment of phthalate esters (PAEs) in drinking water sources of China. Environmental Science and Pollution Research. 2014: 26-31.
22. Elpiner L. Medical and ecological significance of the water factor. Geology and Ecosystems. 2005: 219-228.
23. Emmanuel E., Pierre M.G., Perrodin Y. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: health risk assessment for drinking water consumers. Environment International. 2009; 4(35): 718-726.
24. Паспорт региональной программы «Чистый воздух» [Электронный ресурс]. URL: <https://pravitelstvorb.ru/ru/natsionalnoe-razvitie/natsionalnye-proekty/rprb-1277-20181212.pdf> (дата обращения: 20.02.2021).

References:

1. O sostoyanii i ob oxrane okruzhayushhej sredy` Rossijskoj Federacii v 2019 godu. Gosudarstvenny`j doklad. M.: Minprirody` Rossii; MGU imeni M.V. Lomonosova, 2020.
2. O sostoyanii sanitarno-e`pidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossijskoj Federacii v 2020 godu: Gosudarstvenny`j doklad. M.: Federal`naya sluzhba po nadzoru v sfere zashhity` pravpotrebitelej i blagopoluchiya cheloveka, 2021.
3. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii № 204 ot 07.05.2018 g. O nacional`ny`x celyax i strategicheskix zadachax razvitiya Rossijskoj Federaciina period do 2024 goda: [E`lektronny`jresurs]. Garant. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (data obrashheniya: 26.02.2021).
4. Novosti Rospotrebnadzora. [E`lektronny`jresurs] URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=12608&sphrase_id=3656897 (data obrashheniya: 19.08.2021).
5. Pasport federal`nogo proekta «Chistaya voda» [E`lektronny`jresurs]. URL: <https://base.garant.ru/72727218/> (data obrashheniya: 03.03.2021).
6. Pasport federal`nogo proekta «Chisty`j vozdux» [E`lektronny`jresurs]. URL: <https://rg.ru/2018/05/08/president-ukaz204-site-dok.html> (data obrashheniya: 03.03.2021).
7. Pasport nacz proekta «E`kologiya» / utverzhdyon 24.12.2018 [E`lektronny`jresurs]. URL: <https://rg.ru/2018/05/08/pre-sident-ukaz204-site-dok.html> (data obrashheniya: 28.02.2021).
8. Valeev T.K., Sulejmanov R.A, Raxmanin Yu.A., Maly`sheva A.G., Raxmatullina L.R. Metodicheskie podxody` k gigienicheskoj ocenke ob`ektov okruzhayushhej sredy` i obosnovaniy u profilakticheskix meropriyatij na territoriyax razmeshheniya predpriyatij nefteximii i neftepererabotki. Gigiena i sanitariya. 2019; 9: 923-929.
9. Popova A.Yu., Zajceva N.V., Maj I.V. Zdorov`e naseleniya kak celevaya funkciya i kriterij e`ffektivnosti meropriyatij federal`nogo proekta «Chisty`j vozdux». Analiz risk azdorov`yu. 2019; 4: 4–13.
10. Strel`nikova T.D. O realizacii nacional`nogoproekta «E`kologiya» v Lipeckzkoj oblasti. Rossiya: tendencii i perspektivy` razvitiya. 2021. №16-1: 1102-1105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-realizatsii-natsionalnogo-proekta-ekologiya-v-lipetskoj-oblasti> (data obrashheniya: 01.09.2021).

11. Sidorov A.A., Kudinova G.E., Rozenberg G.S., Rozenberg A.G. Nacional'ny'j proekt «E'kologiya»: plany` i promezhutochny`j xod realizacii. Azimutnauchny`x issledovanij: e'konomika i upravlenie. 2020; 9(32): 219-224.
12. Volkova O.N. Perspektivny`e e'kologicheskie professii v usloviyax narastaniya e'kologicheskogo krizisa. E'kosistemy`. 2021; 25: 125-134.
13. Mexant`ev I.I., Klepikov O.V., Masajlova L.A., Molokanova L.V., Popova L.V. Ocenka riska zdorov`ya naseleniya Voronezhskoj oblasti dlya obosnovaniya meropriyatij regional'noj sostavlyayushhej federal'nogo proekta «Chistaya voda». Vestnik novy`x medicinskix texnologij. 2021; 15 (1): 77-82. doi: 10.24412/2075-4094-2021-1-2-2.
14. Gorbanev S.A., Eremin G.B., Novikova Yu.A., Vy`uchejskaya D.S. Federal'ny'j proekt «Chistaya voda». Pervy`e itogi .Zdorov`e – osnova chelovecheskogo potenciala: problemy` i puti ix resheniya. 2019; 14(1): 252-259.
15. Pasport regional'noj programmy` «Chistayavoda» [E'lektronny`j resurs]. – URL: <https://pravitelstvorb.ru/ru/natsionalnoe-razvitie/natsionalnye-proekty/g5.pdf> (data obrashheniya: 20.02.2021).
16. Zavodova E.I., Leonova A.A., Os`kina O.F. Xarakteristika riska dlya zdorov`ya naseleniya goroda Saranska Respubliki Mordoviya, svyazannogo s kachestvom pit`evoj vody` centralizovannogo vodosnabzheniya. Analiz riska zdorov`yu. 2014; 4: 47-51.
17. Kiku P.F., Kislicyna L.V., Bogdanova V.D., Sabirova K.M. Gigienicheskaya ocenka kachestva pit`evoj vody` i riski dlya zdorov`ya naseleniya Primorskogo kraja. Gigiena i sanitariya. 2019; 1(98): 94-101.
18. Suleimanov R.A., Bakirov A.B., Gimranova G.G., Valeev T.K. Hygienic assessment of health risks of the population living in the areas of intensive oil extraction. Revista Amazonia investiga. 2020; 9(26): 97-104.
19. Chanpiwat P., Lee B.T., Kim K.W. Human health risk assessment for ingestion exposure to groundwater contaminated by naturally occurring mixtures of toxic heavy metals in the Lao PDR. Environmental Monitoring and Assessment. 2014; 8(186): 4905-4923.
20. Apergis N., Mustafa G., Ghosh Dastidar S. An analysis of the impact of unconventional oil and gas activities on public health: New evidence across Oklahoma counties. Energy Economics. 2021; 97: 105223. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105223>

21. Wang W.L., Wu Q.Y., Wang C. Health risk assessment of phthalate esters (PAEs) in drinking water sources of China. *Environmental Science and Pollution Research*. 2014: 26-31.
22. Elpiner L. Medical and ecological significance of the water factor. *Geology and Ecosystems*. 2005: 219-228.
23. Emmanuel E., Pierre M.G., Perrodin Y. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: health risk assessment for drinking water consumers. *Environment International*. 2009; 4(35): 718-726.
24. Pasport regional'noj programmy` «Chisty`j vozduх» [E`lektronny`j resurs]. URL: <https://pravitelstvorb.ru/ru/natsionalnoe-razvitie/natsionalnye-proekty/rprb-1277-20181212.pdf> (data obrashcheniya: 20.02.2021).

Поступила/Received: 23.09.2021

Принята в печать/Accepted: 16.11.2021

УДК 575.224:613.6

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ В КЛЕТКАХ БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ У УСЛОВНО ЗДОРОВЫХ СЕЛЬСКИХ ЖИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Степанов Е.Г.^{1,4}, Целоусова О.С.², Гималетдинов Э.Г.³, Овсянникова Л.Б.²

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

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа, Россия

³Управление Роспотребнадзора по Республике Башкортостан, Уфа, Россия

⁴ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия

В рамках эколого-гигиенического мониторинга здоровья населения промышленных регионов, в настоящее время широко внедряются методы молекулярной биологии и цитогенетики. Микроядерный тест в эксфолиативных клетках буккального эпителия является информативным методом биомониторинга для оценки генетического гомеостаза организма.

Цели и задачи исследования: анализ уровня генетической нестабильности у условно здоровых индивидов, проживающих в сельской местности.

Материалы и методы. Образцы эксфолиативных клеток буккального эпителия были получены от 167 клинически здоровых студентов (52,10% (87) – женского пола, 47,90% (80) – мужского пола), среднего возраста - $18,54 \pm 1,07$ лет. Для оценки уровня генетической нестабильности нами использованы методы микроядерного теста и кариологического анализа ядерных аномалий в эксфолиативных клетках буккального эпителия.

Результаты. Средняя частота микроядер в клетках буккального эпителия у обследованных лиц составила $1,11 \pm 1,09\%$. Клетки с двумя ядрами выявлялись чаще, чем остальные ядерные аномалии клеточной пролиферации, их частота была на уровне $1,75 \pm 1,98\%$. Клеток с тремя и более ядрами насчитывалось на уровне $0,17 \pm 0,53\%$. Частота клеток с вакуолизацией ядра составляла $158,31 \pm 212,35\%$. Частота клеток с конденсацией хроматина была на уровне $200,50 \pm 153,90\%$. Выявленное увеличение доли клеток с показателями апоптоза свидетельствует о

хроническом экзогенном генотоксическом воздействии на организм обследованных лиц.

Ключевые слова: микроядерный тест, буккальный эпителий, студенты, экологический мониторинг, микроядра.

Для цитирования: Степанов Е.Г., Целоусова О.С., Гималетдинов Э.Г., Овсянникова Л.Б. Оценка генетической нестабильности в клетках буккального эпителия у условно здоровых сельских жителей Республики Башкортостан. Медицина труда и экология человека. 2021;4:249-261

Для корреспонденции: Целоусова Ольга Сергеевна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», e-mail: olga.tselousova@gmail.com

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10416>

ASSESSMENT OF GENETIC INSTABILITY IN BUCCAL EPITHELIAL CELLS IN CONDITIONALLY HEALTHY RURAL RESIDENTS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Stepanov E.G.^{1,4}, Tselousova O.S.², Khimaletdinov E.G.³, Ovsyannikova L.B.²

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

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

³Respotrebnadzor Administration for the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

⁴Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russia

Within the framework of ecological and hygienic monitoring of the population health of industrial regions, methods of molecular biology and cytogenetics are currently being widely implemented. The micronucleus test in exfoliative buccal epithelial cells is an informative biomonitoring method for assessing the genetic homeostasis of the organism.

Aims and objectives of the study: analysis of the level of genetic instability in conditionally healthy individuals living in rural areas.

Materials and methods. Samples of exfoliative buccal epithelial cells were obtained from 167 clinically healthy students (52.10% (87) - female, 47.90% (80) – male), average age 18.54 ± 1.07 years. To assess the level of genetic instability, we used the methods of micronuclear test and karyological analysis of nuclear anomalies in exfoliative cells of the buccal epithelium.

Results. The average frequency of micronuclei in buccal epithelial cells in the examined individuals was $1.11 \pm 1.09\%$. Cells with two nuclei were detected more often than other nuclear abnormalities of cell proliferation, their frequency was at the level of $1.75 \pm 1.98\%$. Cells with three or more nuclei were counted at the level of $0.17 \pm 0.53\%$. The frequency of cells with vacuolization of the nucleus was $158.31 \pm 212.35\%$. The frequency of cells with chromatin condensation was at the level of $200.50 \pm 153.90\%$. The revealed increase in the proportion of cells with indicators of apoptosis indicates a chronic exogenous genotoxic effect on the body of the examined individuals.

Keywords: micronucleus test, buccal epithelium, students, environmental monitoring, micronuclei.

Citation: Stepanov E.G., Tselousova O.S., Khimaletdinov E.G. ³, Ovsyannikova L.B. *Occupational health and human ecology.* 2021;4:249-261

Correspondence: Olga S. Tselousova, Cand.Sc. (Biology), Associate Professor, «Bashkirian State Medical University», e-mail: olga.tselousova@gmail.com

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

Financing: The study had no financial support.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10416>

В рамках эколого-гигиенического мониторинга здоровья населения промышленных регионов в настоящее время широко внедряются методы молекулярной биологии и цитогенетики для оценки уровня генетической нестабильности, выделения групп риска, разработки и внедрения профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья населения [1-3]. Хорошо известно, что повреждение генома вызывается воздействием генотоксических агентов в окружающей среде, радиацией, дефицитом микроэлементов и витаминов в пище, факторами образа жизни,

связанными с употреблением алкоголя, курения, наркотиками, постоянным стрессом. Кроме этого, генетическая нестабильность может быть обусловлена индивидуальной чувствительностью организма, особенно у лиц с полиморфными вариантами генов системы детоксикации ксенобиотиков и/или репарации ДНК [1-3].

Микроядерный тест в эксфолиативных клетках буккального эпителия является информативным методом биомониторинга для оценки генетического гомеостаза организма. Буккальный эпителий, находясь на границе между внешней и внутренней средой организма, является первой мишенью для воздействия генотоксических агентов, поступающих в организм с воздухом или пищей [4, 8]. Эпителий ротовой полости поддерживает целостность ткани за счет непрерывного обновления клеток, новые клетки, образующиеся митозом из стволовых клеток базального слоя, мигрируют на поверхностный слой, заменяя собой эксфолиативные, слущенные эпителиоциты. Микроядерный тест в эксфолиативных клетках буккального эпителия позволяет выявить ранние генотоксические события, еще до формирования эколого-обусловленных заболеваний. Генетическая нестабильность в клетках буккального эпителия может проявляться наличием микроядер и разнообразных ядерных аномалий [5, 6, 9, 10]. Микроядра представляют собой фрагменты или целые хромосомы, отставшие от веретена деления, или отделившуюся часть ДНК в результате реорганизации хроматина, избыточной репликации ДНК и хромотрипсиса [10, 11]. Микроядра являются биомаркерами цитотоксических и цитостатических эффектов. Помимо микроядер в слущенных клетках, Tolbert *et al.* описали другие ядерные аномалии, указывающие на повреждение ДНК [10]. Эти аномалии можно отличить от нормальных клеток на основе характерных изменений в морфологии ядра (двуядерные клетки, кариопикноз, протрузии ядра, кариорексис, аномально конденсированный хроматин, кариолиз), являющихся биомаркерами генетической нестабильности и клеточной гибели [3, 12, 13].

Цели и задачи исследования – анализ уровня генетической нестабильности у условно здоровых индивидов, проживающих в сельской местности.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись студенты Дуванского многопрофильного колледжа (с. Дуван, Дуванский район, Республика Башкортостан). От всех обследуемых было получено

информированное добровольное согласие на использование биологического материала в данном исследовании. Критерием включения в группу изучения являлось отсутствие хронических заболеваний и аутоиммунной патологии. Верификация состояния здоровья проводилась квалифицированными врачами при прохождении медицинского осмотра по форме 086У. Проведенное исследование было одобрено этическим комитетом Башкирского государственного медицинского университета и соответствует Хельсинкской декларации 1975 г. и ее пересмотру 1983 г.

Для оценки уровня генетической нестабильности нами использованы методы микроядерного теста и кариологического анализа ядерных аномалий в эксфолиативных клетках буккального эпителия согласно критериям Tolbert *et al.* [10] и в соответствии с рекомендациями Л.П.Сычевой [3, 12]. Образцы буккального эпителия собирали деревянным шпателем со слизистой оболочки щеки и наносили на предметное стекло. Зашифрованные препараты фиксировали этанолом и уксусной кислотой в соотношении 3:1. Хроматин окрашивали 2,5% раствором ацетоорсеина (orcein Merck), окраску цитоплазмы клеток проводили 1% раствором светлого зеленого (lightgreen, ICN Biomedicals Inc). От каждого обследуемого анализировали по 1000 отдельно лежащих эпителиоцитов [7]. При кариологическом анализе ядерных аномалий на готовых препаратах учитывали цитогенетические показатели, показатели пролиферации, показатели ранней и поздней деструкции ядра.

Данная работа представляет собой дескриптивное исследование генетической нестабильности у условно здоровых лиц, с использованием статистической обработки в Microsoft Excel, 2010. Применялись методы описательной статистики с расчетом m – среднего и SD – стандартного отклонения. Частоты клеток с ядерными аномалиями выражали в промилле (‰).

Результаты. Образцы эксфолиативных клеток буккального эпителия были получены от 167 клинически здоровых студентов (52,10% (87) – женского пола, 47,90% (80) – мужского пола) среднего возраста $18,54 \pm 1,07$ лет. Выбор данной возрастной группы обусловлен становлением гормонального фона и отсутствием хронических заболеваний у обследованных. При кариологическом анализе ядерных аномалий нами учитывались цитогенетические показатели, включающие доли клеток с микроядрами, протрузиями, ядерными мостами и ядрами атипичной формы. Результаты анализа уровня генетической

нестабильности в клетках буккального эпителия у здоровых студентов, обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Частоты клеток с микроядрами и аномалиями ядра в буккальном эпителии у студентов, проживающих на территории Дуванского района Республики Башкортостан, ‰

Кариологический показатель	Экспериментальная группа, $m \pm SD$
Клеток с микроядрами	1,11±1,09
Клеток с протрузиями	0,46±0,88
Клеток с двумя ядрами	1,75±1,98
Клеток с насечкой ядра	0,74±1,29
Клеток с тремя и более ядрами	0,17±0,53
Клеток с перинуклеарной вакуолью	22,21±25,75
Клеток с конденсацией хроматина	200,50±153,90
Клеток с вакуолизацией ядра	158,31±212,35
Клеток с карипикнозом	8,34±10,57
Клеток с кариорексисом	3,23±6,46
Клеток с кариолизисом	15,63±17,86
Клеток с апоптозными телами	1,93±3,10

Примечание: m – среднее, SD – стандартное отклонение.

Выявлено, что средняя частота буккальных эпителиоцитов с микроядрами у обследованных лиц составила 1,11±1,09‰. За микроядро принимали отдельно лежащие в цитоплазме округлые хроматиновые тела с непрерывным гладким краем, размером не более одной трети от диаметра ядра клетки. Доля клеток с протрузиями, включающая такие аномалии ядра,

как разбитое яйцо и ядерные мосты, составляла $0,46 \pm 0,88\%$. Ядерные протрузии представляют собой ДНК-содержащие образования шаровидной, нитевидной или иной формы, соединяющиеся с ядром одной (разбитое яйцо) или двумя (ядерными мостами) перемычками нуклеоплазмы. При оценке интегрального показателя пролиферации клеток учитывались клетки с двумя, тремя и более ядрами, а также клетки с насечкой ядра. Клетки с двумя ядрами выявлялись чаще, чем остальные ядерные аномалии клеточной пролиферации, их частота была на уровне $1,75 \pm 1,98\%$. Клеток с тремя и более ядрами насчитывалось на уровне $0,17 \pm 0,53\%$. Увеличение частоты таких полиплоидных клеток в тканях может служить биомаркером токсического действия. Двухядерные клетки образуются преимущественно в результате полиплоидизирующего незавершенного ацитокинетического митоза [7, 12]. Частота клеток с насечкой ядра, отражающая процесс незавершенного митоза в результате повреждения веретена деления, составляла $0,74 \pm 1,29\%$. Кариологические показатели деструкции ядра клетки позволяют выявить генотоксическое воздействие фактора, приводящее к повреждению и гибели клетки. Так, при оценке показателей ранней деструкции ядра анализировались частоты клеток с вакуолизацией ядра и конденсацией хроматина. Данные цитогенетические показатели были значительно повышены у всех обследованных лиц. Частота клеток с вакуолизацией ядра составляла $158,31 \pm 212,35\%$, с конденсацией хроматина – на уровне $200,50 \pm 153,90\%$. Конденсация хроматина свидетельствует о прохождении клеткой процессов апоптоза. Под действием ядерных эндонуклеаз хроматин в местах связывания отдельных нуклеосом расщепляется на фрагменты по 180-200 пар оснований. К показателям поздней деструкции ядра относили клетки с кариорексисом, кариопикнозом и кариолизисом. Клетки с кариопикнозом выявлялись с частотой $8,34 \pm 10,57\%$. Частота клеток с кариорексисом, дегенеративными изменениями ядра, сопровождающиеся распадом ядра на отдельные фрагменты, составляла $3,23 \pm 6,46\%$. Клетки с полным кариолизисом ядра обнаруживались с частотой $15,63 \pm 17,86\%$. Помимо клеток с признаками деструкции ядра, нами микроскопировались клетки с нормальным ядром и фагоцитированными фрагментами хроматина в цитоплазме. Вероятно, эти фрагменты были фагоцитированы соседними клетками после гибели клетки вследствие некроза. Данные фрагменты мы обозначали как апоптозные тельца и выявляли с частотой $1,93 \pm 3,10\%$ у обследованных лиц.

Обсуждение. В литературных источниках достаточно широко изучено влияние антропогенного загрязнения окружающей среды на формирование микроядер и аномалий ядра в различных клетках и тканях [3-13]. Имеются данные о значительном варьировании фонового уровня частот микроядер в буккальных эпителиоцитах условно здоровых, экспонированных когорт населения. Частота микроядер выявляется на уровне от 0,05 до 11,5‰ с большинством значений в диапазоне от 0,5 до 2,5‰ [13], что согласуется с результатами нашего исследования. У жителей экологически неблагоприятных районов Карагандинской области спонтанные частоты встречаемости буккальных эпителиоцитов с ядерными аномалиями обнаруживаются на довольно высоком уровне, так частота клеток с микроядрами достигала $1,9 \pm 0,12\%$, конденсированный хроматин определялся на уровне $250,3 \pm 34,5\%$, доля клеток с кариолизисом составила $190,6 \pm 23,7\%$, что свидетельствует о влиянии экзогенных негативных факторов [14]. Обнаруженные нами повышенные показатели частот эпителиоцитов с конденсацией хроматина и вакуолизацией ядра свидетельствуют об интенсификации процессов апоптоза у обследованных лиц, поскольку данные показатели являются индикаторами токсического воздействия на организм человека [7, 9, 12]. Дуванский район Республики Башкортостан считается относительно экологически благополучным регионом, так как на его территории отсутствуют крупные предприятия нефтехимической переработки и выбросы от передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха. Нестабильность генома у обследованных студентов, вероятно, обусловлена влиянием образа жизни. При изучении качества жизни обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования на основе анкетирования установлено, что почти третья часть обучающихся (29,5%) регулярно курят, 48,5% студентов употребляют алкогольные напитки на первом году обучения. К четвертому году обучения вредные привычки имеют уже 82,8% студентов [15]. В литературе имеются противоречивые сведения о влиянии вредных привычек на цитогенетический статус. Большинство исследователей отмечают увеличение доли клеток с микроядрами в буккальном эпителии при курении, в том числе пассивном [9, 16-21]. Однако имеются работы, в которых не было отмечено влияния курения на цитогенетические показатели, вследствие малочисленности выборки обследованных [16]. При употреблении алкоголя показано увеличение доли

клеток с микроядрами [17]. Результаты исследований цитогенетического статуса при употреблении жвачных смесей показали завышение частоты микроядер в буккальных эпителиоцитах, вследствие прямого воздействия компонентов смеси на эпителий полости рта и дегенерацией ядер. В эксфолиативных клетках эпителия обнаруживаются включения, требующие точной дифференцировки от микроядер в жизнеспособных эпителиальных клетках, обусловленных повреждениями генома [13]. Помимо увеличения доли клеток с микроядрами у лиц, имеющих вредные привычки, исследователи отмечают повышение показателей апоптоза, таких как кариопикноз, кариорексис и кариолизис, что согласуется с результатами данного исследования [18, 19]. Генотоксическое повреждение при курении связано с высокой продукцией супероксид-ионов и оксидативным стрессом. Супероксид-ионы способны усиливать перекисное окисление липидов и фрагментацию ДНК, запуская процессы апоптоза в клетках слизистой оболочки полости рта [20].

Заключение. Таким образом, при анализе уровня генетической нестабильности у условно здоровых лиц, проживающих в сельской местности Республики Башкортостан, выявлено увеличение доли клеток с показателями апоптоза, что свидетельствует о хроническом экзогенном генотоксическом воздействии на организм обследованных лиц.

Список литературы:

1. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Бабина С.В., Камалтдинов М.Р. Санитарно-эпидемиологический надзор: новый этап развития в условиях цифровизации и правовых изменений. Анализ риска здоровью. 2021; (2): 4-16.
2. Щербинская Е.С., Сычик С.И., Косова А.С., Ключенович В.И. Социально-гигиенический мониторинг и его роль в реализации целей устойчивого развития. Медицина труда и экология человека. 2020;4 (24):141–6.
3. Сычева Л.П. Цитогенетический мониторинг для оценки безопасности среды обитания человека. Гигиена и санитария 2012; 6: 68-72.
4. Прошин А.Г., Дурнова Н.А., Сальников В.Н., Курчатова М.Н., Сальников Н.В. Буккальный эпителий как отражение физиологических и патофизиологических процессов. Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2019; 1 (37):74-78.

5. Fenech M, Knasmueller S, Bolognesi C, Bonassi S, Holland N, Migliore L, Palitti F, Natarajan AT, Kirsch-Volders M. Molecular mechanisms by which in vivo exposure to exogenous chemical genotoxic agents can lead to micronucleus formation in lymphocytes in vivo and ex vivo in humans. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*. 2016; 770:12–25. doi: 10.1016/j.mrrev.2016.04.008.
6. Ингель Ф.И. Перспективы использования микроядерного теста на лимфоцитах крови человека, культивируемых в условиях цитокинетического блока. Часть 1. Пролиферация клеток. *Экологическая Генетика*. 2006;4(3):7–19.
7. Калаев В. Н., Артюхов В.Г., Нечаева М.С. Микроядерный тест буккального эпителия ротовой полости человека: проблемы, достижения, перспективы. *Цитология и генетика* 2014; 48(6): 62-80.
8. Юрченко В.В., Кривцова Е.К., Юрцева Н.А., Ингель Ф.И. Микроядерный тест на клетках буккального эпителия и культуре крови человека: сравнение эффективности. *Гигиена и санитария*. 2018;97(12):1244–8. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-12-1244-1248.
9. Мейер А.В., Толочко Т.А., Минина В.И., Тимофеева А.А., Ларионов А.В. Комплексный подход к оценке генотоксичности производственных факторов угольных шахт. *Генетика*. 2020;56:584–591. doi: 10.31857/S0016675820050100.
10. Tolbert PE, Shy CM, Allen JW. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: a field test in snuff users. *Am J Epidemiol*. 1991 Oct 15;134(8):840-50. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a116159. PMID: 1951279.
11. Ye CJ, Sharpe Z, Alemara S, Mackenzie S, Liu G, Abdallah B, Horne S, Regan S, Heng HH. Micronuclei and Genome Chaos: Changing the System Inheritance. *Genes (Basel)*. 2019 May 13;10(5):366. doi: 10.3390/genes10050366. PMID: 31086101; PMCID: PMC6562739.
12. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека. *Медицинская генетика* 2007; 11: 3-11.
13. Kashyap B, Reddy PS. Micronuclei assay of exfoliated oral buccal cells: Means to assess the nuclear abnormalities in different diseases. *J Can Res Ther* 2012;8:184-91.

14. Култанов Б.Ж., Есильбаева Б.Т., Джангильдинова С.А., Татина Е.С., Калиева Г.Т. Анализ цитогенетических изменений в соматических клетках у лиц репродуктивного возраста, проживающих в Караганде. *Международный журнал экспериментального образования* 2013; 4: 81-83.
15. Гималетдинов Э.Г., Овсянникова Л.Б., Степанов Е.Г., Целоусова О.С., Агафонов А.И. Гигиеническая характеристика питания современных студентов, обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования. *Санитарный Врач*. 2019;(12):36–42.
16. Naik, Kantharaj & Prasanna, Lokadolalu & Souza, Anne. Effect of Smoking on Human Buccal Mucosal Cells: A Micronucleus Assay. *Advanced Science Letters*. 2017; 23: 1930-1932. 10.1166/asl.2017.8550.
17. Rocha R dos S, Meireles JRC, Cerqueira E de MM. Chromosomal damage and apoptosis analysis in exfoliated oral epithelial cells from mouthwash and alcohol users. *Genet Mol Biol*. 2014;37:702–707. doi: 10.1590/S1415-47572014005000022.
18. Silva VHP, de Luna Antonio R, Pompeia S, et al. Cytogenetic biomonitoring in buccal mucosa cells from young smokers. *Acta Cytol*. 2015; 59(6): 474-8. PubMed PMID: 26844552.
19. Chandirasekar R, Kumar BL, Sasikala K, et al. Assessment of genotoxic and molecular mechanisms of cancer risk in smoking and smokeless tobacco users. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2014; 767: 21-7. PubMed PMID: 24769293.
20. Andrade RB, Campos NA. Comparison of micronuclei frequency between smokers and non-smokers: a systematic review. *J Bras Patol Med Lab*. 2020;56:1–6. doi: 10.5935/1676-2444.20200022.
21. Dash KC, Nishat R, Kumar H, Mishra S, Raghuvanshi M, Bajoria A. Comparative Study of Micronuclei Count in Patients with Different Tobacco-related Habits using Exfoliated Buccal Epithelial Cells: A Tool for Assessment of Genotoxicity. *J Contemp Dent Pract*. 2018 Sep 1;19(9):1076-1081. PMID: 30287707.

Referenses:

1. Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A., Babina S.V., Kamaltdinov M.R. Sanitary and epidemiological surveillance: a new stage of development in the conditions of digitalization and legal changes. *Health risk analysis*. 2021; (2): 4-16.

2. Shcherbinskaya E.U., Sychik S.I, Kosova A.S., Klyuchenovich V.I. Socio-hygienic monitoring and its role in the implementation of the Sustainable Development Goals. Occupational health and human ecology.2020;4 (24):141-6.
3. Sycheva L.P. Cytogenetic monitoring to assess the safety of the human habitat. Hygiene and Sanitation 2012; 6: 68-72.
4. Proshin A.G., Durnova N.A., Salnikov V.N., Kurchatova M.N., Salnikov N.V. Buccal epithelium as a reflection of physiological and pathophysiological processes. Bulletin of the medical Institute "Reaviz": rehabilitation, doctor and health. 2019; 1 (37):74-78.
5. Fenech M, Knassmuller S, Bolognesi S, Bonassi S, Holland N, Migliore L, Palitti F, Natarajan AT, Kirsch-Volders M. Molecular mechanisms by which exposure to exogenous chemical genotoxic agents in vivo can lead to the formation of micronuclei in lymphocytes in vivo and ex vivo in humans. Mutation research/Reviews in mutation research.2016; 770:12-25.doi: 10.1016/j.mrrev.2016.04.008.
6. Ingel F.I. Prospects of using a micronuclear test on human blood lymphocytes cultured under cytokinetic block conditions. Part 1. Cell proliferation. Ecological Genetics. 2006;4(3):7-19.
7. Kalaev V. N., Artyukhov V.G., Nechaeva M.S. Micronuclear test of buccal epithelium of the human oral cavity: problems, achievements, prospects. Cytology and Genetics 2014; 48(6): 62-80.
8. Yurchenko V.V., Krivtsova E.K., Yurtseva N.A., Ingel F.I. Micronuclear test on buccal epithelial cells and human blood culture: comparison of effectiveness. Hygiene and sanitation. 2018;97(12):1244-8. doi identifier: 10.18821/0016-9900-2018-97-1244-1248.
9. Meyer A.V., Tolochko T.A., Minina V.I., Timofeeva A.A., Larionov A.V. An integrated approach to the assessment of genotoxicity of occupational factors of coal mines. Genetics. 2020;56:584–591. doi: 10.31857/S0016675820050100.
10. Tolbert PE, Shy SM, Allen J. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: a field test in snuff users. Am J Epidemiol. 1991, October 15; 134(8):840-50. doi: 10.1093/oxford journals.aje.a116159. PMID: 1951279.
11. Ye CJ, Sharp Z, Alemara S, Mackenzie S, Liu G, Abdallah B, Horn S, Regan S, Heng H.H. Microkernels and Genome Chaos: Changing systemic Inheritance. Genes (Basel). 2019 May 13;10(5):366. doi: 10.3390/genes10050366. PMID: 31086101; PMCID: PMC6562739.
12. Sycheva L.P. Biological significance, criteria for determining and limits of variation of the full spectrum of karyological indicators in assessing the cytogenetic status of a person. Medical Genetics 2007; 11: 3-11.
13. Kashyap B., Reddy P.S. Analysis of micronuclei of exfoliated oral cavity cells: A means for assessing nuclear anomalies in various diseases. J Can go back to 2012; 8:184-91.

14. Kultanov B.Zh., Yesilbaeva B.T., Dzhangildinova S.A., Tatina E.S., Kalieva G.T. Analysis of cytogenetic changes in somatic cells in persons of reproductive age living in Karaganda. *International Journal of Experimental Education* 2013; 4: 81-83.
15. Khimaletdinov E.G., Ovsyannikova .L.B., Stepanov E.G., Tselousova O.S., Agafonov A.I. Hygienic characteristics of nutrition of modern students studying in rural educational institutions of secondary vocational education. *The Sanitary Doctor*. 2019;(12):36–42.
16. Naik, Kantharaj and Prasanna, Lokadolalu and Souza, Ann. The effect of smoking on the cells of the mucous membrane of the human cheek: Micronucleus analysis. *Letters about advanced sciences*. 2017; 23: 1930-1932. 10.1166/asl.2017.8550.
17. Rocha R dos S, Meireles JRC, Cerqueira E de MM. Analysis of chromosomal damage and apoptosis in exfoliated epithelial cells of the oral cavity in consumers of mouthwash and alcohol. *Genetic Mole Biol*. 2014;37:702-707. doi: 10.1590/S1415-47572014005000022.
18. Silva V.P., de Luna Antonio R., Pompeii S., et al. Cytogenetic biomonitoring of cheek mucosa cells in young smokers. *Actacytol*. 2015; 59(6): 474-8. PubMed PMID: 26844552.
19. Chandirasekar R., Kumar B.L., Sasikala K., et al. Assessment of genotoxic and molecular mechanisms of cancer risk in smokers and smokeless tobacco users. *Mutant Genetic Toxicol, an environmental Mutagen*. 2014; 767: 21-7. PubMed PMID: 24769293.
20. Andrade R.B., Campos O.N. Comparison of micronucleus frequency between smokers and non-smokers: a systematic review. *Medical laboratory J Bras Patol*. 2020;56:1-6. doi: 10.5935/1676-2444.20200022.
21. Dash, K. S., Nishat R., Kumar, H., Mishra S., Raghuwanshi M., Bajoria A. A Comparative study of the number of micronuclei in patients with different habits associated with tobacco, using shelled bocalini epithelial cells: a Tool for assessing genotoxicity. *J Modern practice*. 2018 September 1; 19(9): 1076-1081. PMID: 30287707.

Поступила/Received: 09.11.2021

Принята в печать/Accepted: 18.11.2021

УДК 628.19:614.7+614.38

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ НА ОБЪЕКТАХ РАЗМЕЩЕНИЯ УЧАСТНИКОВ

VI ВСЕМИРНОЙ ФОЛЬКЛОРИАДЫ

Бакиров А.Б.¹, Даукаев Р.А.¹, Ларионова Т.К.¹, Фазлыева А.С.¹, Афонькина С.Р.¹, Мусабилов Д.Э.¹, Курилов М.В.¹, Зеленковская Е.Е.¹, Аллаярова Г.Р.¹, Григорьева Л.М.¹, Харрасова Г.В.², Бактыбаева З.Б.¹

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

²ФГКОУ ВО «Уфимский юридический институт МВД России», Уфа, Россия

Одним из приоритетных направлений обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в период подготовки к международным событиям с массовым участием является усиление надзорных мероприятий в отношении объектов, предназначенных для проживания участников, организаторов и иногородних гостей.

В рамках лабораторного контроля факторов среды обитания в период подготовки и проведения VI Всемирной фольклориады специалистами ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» выполнен анализ питьевой и горячей воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения по физико-химическим, радиологическим, микробиологическим и органолептическим показателям в местах временного проживания участников мероприятия.

Цель работы – сравнительная гигиеническая оценка качества водопроводной воды на объектах, предназначенных для временного проживания участников и организаторов массового мероприятия.

Отбор образцов и определение показателей безопасности и безвредности воды проведены с использованием стандартизованных и аттестованных методик. Исследования проведены в 10 гостиничных предприятиях города Уфы, предоставляющих услуги размещения и питания. Результаты испытаний показали, что у пяти организаций города показатели качества воды в системах холодного и горячего водоснабжения полностью соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям (СанПиН 1.2.3685-21).

Ключевые слова: VI Всемирная фольклориада 2021, лабораторный контроль, водопроводная вода, суммарный коэффициент загрязнения, здоровье населения.

Для цитирования: Бакиров А.Б., Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Фазлыева А.С., Афонькина С.Р., Мусабилов Д.Э., Курилов М.В., Зеленковская Е.Е., Аллаярова Г.Р., Григорьева Л.М., Харрасова Г.В., Бактыбаева З.Б. Результаты лабораторных исследований качества водопроводной воды на объектах размещения участников VI Всемирной фольклориады. Медицина труда и экология человека. 2021;4:262-278

Для корреспонденции: Даукаев Рустем Аскарлович, заведующий химико-аналитическим отделом ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», канд. биол. наук, e-mail: ufa.lab@yandex.ru

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10417>

RESULTS OF LABORATORY STUDIES OF WATER QUALITY AT THE FACILITIES OF ACCOMMODATION OF PARTICIPANTS OF THE VI WORLD FOLKLORIADA

Bakirov A. B.¹, Daukaev R. A.¹, Larionova T. K.¹, Fazlyeva A. S.¹, Afonkina S.R.¹, Musabirov D.E.¹, Kurilov M.V. ¹, Zelenkovskaya E.E. ¹, Allayarova G.R. ¹, Grigorieva L.M. ¹, Kharrasova G. V. ², Baktybaeva Z. B.¹

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

2 - Ufa Law Institute of the Russian Interior Ministry, Ufa, Russia

One of the priority areas for ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population in preparation for international events with massive participation is to strengthen supervision activities in relation to facilities intended for accommodation of participants, organizers and guests from other cities.

As part of the laboratory control of environmental factors during the preparation and holding of the VI World Folkloriada, specialists from the Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology performed an analysis of drinking and hot water in centralized drinking water supply systems in

terms of physicochemical, radiological, microbiological and organoleptic indicators in places of temporary residence of the participants of the event.

Purpose of the work: comparative hygienic assessment of the quality of tap water at facilities intended for temporary residence of participants and organizers of a mass event.

Sampling and determination of safety and water safety indicators were carried out using standardized and certified methods. The studies were carried out in 10 hotel enterprises in the city of Ufa, which provide accommodation and catering services. The test results showed that five organizations of the city had water quality indicators in cold and hot water supply systems that fully comply with sanitary and epidemiological requirements (SanPiN 1.2.3685-21).

Keywords: *VI World Folkloriada 2021, laboratory control, tap water, total pollution factor, public health.*

Citation: *Bakirov A. B., Daukaev R. A., Larionova T. K., Fazlyeva A. S., Afonkina S.R., Musabirov D.E., Kurilov M.V., Zelenkovskaya E.E., Allayarova G.R., Grigorieva L.M., Kharrasova G. V., Baktybaeva Z. B. Results of laboratory studies of water quality at the facilities of accommodation of participants of the vi world folkloriada.*

Occupational health and human ecology. 2021;4:262-278

For correspondence: *Rustem A. Daukaev, Head of the Chemical Analytical Department of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, CSc (Biology), e-mail: ufa.lab@yandex.ru*

Financing: *the study had no financial support.*

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10417>

Согласно Федеральному закону «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»⁵, питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Вода, используемая в хозяйственно-питьевых и бытовых целях в объектах, предоставляющих гостиничные услуги, должна соответствовать

⁵ Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями).

гигиеническим нормативам^{6,7,8}. Юридические и физические лица, осуществляющие производственный контроль качества водопроводной воды, обязаны немедленно информировать органы Роспотребнадзора о каждом выявленном несоответствии гигиеническим нормативам по результатам лабораторного исследования проб воды [1-4]. За нарушение санитарного законодательства устанавливается дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Одним из ярких, крупных мероприятий 2021 года была VI Всемирная фольклориада CIOFF, проведенная с 3 по 10 июля в городе Уфе и муниципальных районах Республики Башкортостан (РБ). В международной олимпиаде фольклорного творчества, которая проходит один раз в четыре года, приняли участие делегации 37 стран мира, проект собрал 1020 участников, 70 ремесленников [5].

Угроза осложнения санитарно-эпидемиологической обстановки в период массового приезда гостей нередко исходит от объектов (гостиниц, санаториев, общежитий), предназначенных для их временного размещения [6-8], что определяет необходимость усиления контрольно-надзорной деятельности органов и учреждений Роспотребнадзора, в том числе и за условиями проживания и водоснабжения⁹.

Для населения, предприятий, организаций города Уфы централизованное водоснабжение обеспечивается ГУП РБ «Уфаводоканал» (холодное водоснабжение) и ООО «БашРТС» (горячее водоснабжение), данные учреждения отвечают за качество воды от точки ее забора до входа во внутреннюю сеть объектов-потребителей, осуществляют производственный контроль качества водопроводной воды [9].

⁶ Санитарно-эпидемиологические правила от 24.12.2020 № 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».

⁷ Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы от 28.01.2021 № 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

⁸ Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы от 28.01.2021 № 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

⁹ Методические рекомендации от 01.01.2013 № 3.1.0079/2-13 «Организация санитарно-противоэпидемического обеспечения массовых мероприятий с международным участием».

Основным способом очистки и дезинфекции питьевой воды перед разводящей сетью служит хлорирование и ультрафиолетовое обеззараживание. Вода уфимского водопровода контролируется по 99 обязательным показателям, ежегодное количество анализов, выполняемых в рамках производственного контроля, составляет около 600 тысяч (1500 анализов ежесуточно), питьевая вода по всем показателям соответствует российским нормативам безопасности и качества, требованиям международных стандартов [10].

Цель работы – сравнительная гигиеническая оценка качества водопроводной воды на объектах, предназначенных для временного проживания участников и организаторов массового мероприятия в городе Уфе.

Материалы и методы. Пробы воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения отбирались из-под кранов 30 эксплуатируемых гостиничных номеров в 10 объектах (далее объекты № 1 - 10), расположенных на территории г. Уфы, в соответствии с межгосударственным стандартом¹⁰. Отбор проб на каждом объекте производился для питьевой воды - в трех разных точках (из номеров различной этажности), для горячей воды - в одной точке.

В пробах водопроводной воды определен 21 показатель, включая приоритетные загрязнители воды питьевой системы централизованного водоснабжения. Определение показателей безопасности и безвредности воды проведено с использованием стандартизованных и аттестованных методик на оборудовании аккредитованного Испытательного центра ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» с использованием следующих методов: спектрофотометрии, потенциометрии, гравиметрии, флюориметрии, атомной абсорбции, титриметрии, радиометрии и санитарно-микробиологического исследования.

Для сравнительной оценки качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения на объектах рассчитывался суммарный коэффициент загрязнения $K_{\text{сумм}}$ [11, 12]:

$$K_{\text{сумм.}} = \sum K_i; \quad K_i = X_i / Z_i,$$

где

K_i - единичный показатель в баллах;

X_i - абсолютное значение единичного показателя;

¹⁰ ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб»

Z_i - нормативное значение единичного показателя.

Статистический анализ проводили с использованием программного обеспечения SPSS 21.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA). Проверку выборки на нормальность выполняли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$. Для оценки корреляции ранговых переменных применен коэффициент Пирсона. При величине коэффициента $r < 0,25$ выявляли слабую корреляцию, при $r = 0,25-0,6$ - умеренную корреляцию, $r > 0,6$ - сильную корреляцию.

Результаты. Проведенный анализ проб питьевой и горячей воды на 10 объектах, предназначенных для проживания участников и организаторов VI Всемирной фольклориады, не выявил превышений гигиенических нормативов по радиологическим (удельная суммарная альфа- и бета-активность) и микробиологическим (общее микробное число, обобщенные колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, споры сульфитредуцирующих клостридий) показателям.

Содержание в питьевой воде нефтепродуктов, анионных поверхностно-активных веществ, марганца соответствовало нормативным требованиям СанПиН 1.2.3685-21 и находилось ниже предела обнаружения применяемых методик выполнения измерений. Усредненные показатели качества воды водопроводной по 12 показателям из исследованных объектов № 1-10 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения показателей качества воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в объектах проживания участников мероприятия

Показатель	Единица измерения	Норматив, не более	Значение показателей			
			$M \pm m$	Me	max	min
<i>Горячая вода (n = 9)</i>						
Запах	баллы	2	0,78±0,16	1,00	1,00	0
Цветность	градусы	20	20,0±8,1	16,9	40,8	6,5
Мутность	ЕМФ	2,6	0,82±0,38	0	2,90	0

Вода питьевая (n = 30)						
Запах	баллы	2	0,73±0,11	1,00	2,00	0
Привкус	баллы	2	0,43±0,11	0	1,00	0
Цветность	градусы	20	15,85±3,47	12,15	45,40	5,80
Мутность	ЕМФ	2,6	0,73±0,19	0	3,40	0
Водородный показатель	ед. рН	6,0-9,0	7,3±1,3	7,4	7,6	6,7
Сухой остаток	мг/л	1000	548,9±103,7	542,0	631,0	507,0
Общая жесткость	мг-экв/л	7,0	6,1±1,0	6,3	7,4	3,0
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0	1,2±0,1	1,2	1,4	1,1
Общее железо	мг/л	0,3	0,28±0,10	0,23	0,94	0,04
Сульфаты	мг/л	500,0	91,4±17,2	90,5	103,0	79,0
Фториды	мг/л	1,5	0,16±0,11	0,16	0,17	0,14
Хлориды	мг/л	350,0	6,8±1,1	6,7	7,1	6,5

В отдельных гостиницах показатели как питьевой, так и горячей воды - цветность, мутность, общая жесткость и содержание железа - превысили гигиенические нормативы.

Цветность ряда исследованных проб воды характеризуется повышенными уровнями, максимальные значения отмечены для горячей воды в точке забора из объекта № 2 (40,8) и питьевой воды в точке забора из объекта № 1 (45,4), что выше нормативных значений в 2 и 2,3 раза соответственно (рис. 1). Число нестандартных по цветности проб составило 33% для питьевой воды и 44% для горячей воды, несоответствия были выявлены в 5 объектах размещения.

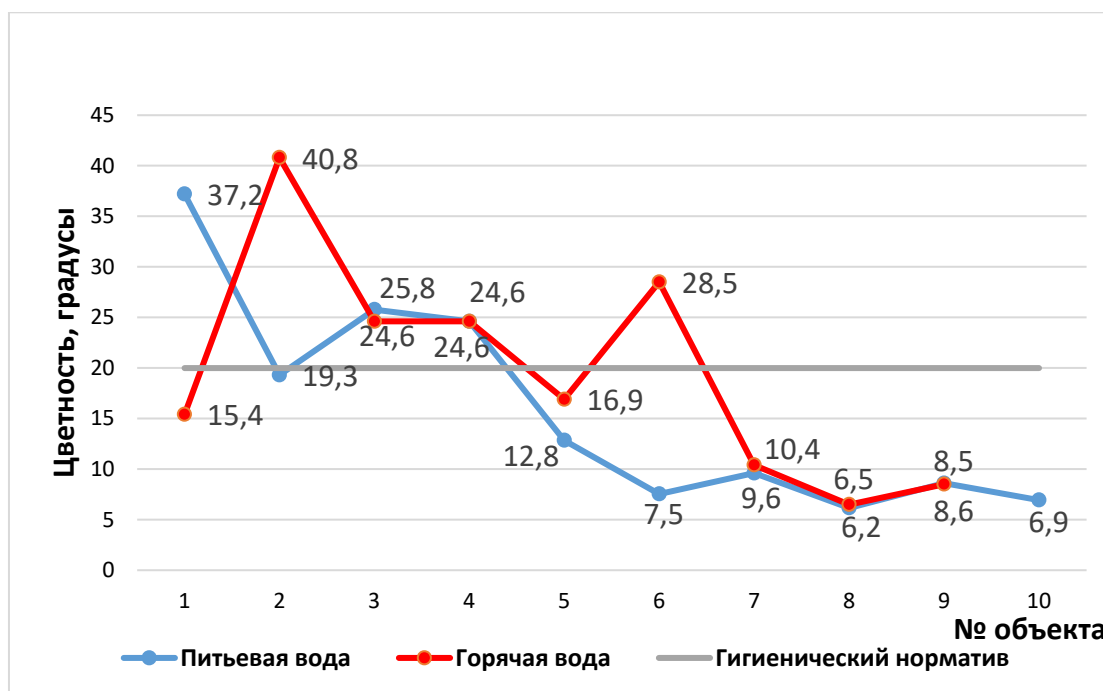


Рис. 1. Оценка соответствия качества питьевой и горячей воды в объектах проживания участников мероприятия на соответствие требованиям СанПиН 1.2.3685-21 по цветности

Наибольшее превышение показателей по мутности воды отмечено в двух точках отбора питьевой воды из объекта № 1 - в 1,3 раза (до 3,4 ЕМФ), незначительное превышение по мутности горячей воды зафиксировано в объекте № 2 (2,9 ЕМФ).

Один из основных постоянных негативных факторов, влияющих на качество воды в Уфе, - это ее высокая жесткость. Она связана со спецификой региона: хорошо растворимые геологические породы насыщают речную и грунтовую воду ионами кальция и магния [13]. Средние значения общей жесткости составили 6,14 мг-экв./л, повышенные уровни данного показателя выявлены в трех точках забора из объекта № 4 (7,3 - 7,4 мг-экв./л).

Содержание общего железа в исследованной питьевой воде объектов находится на уровне 0,04-0,94 мг/л, выявлено превышение допустимого норматива в трех точках отбора из объекта № 4 (до 2 ПДК), в двух точках из объекта № 1 (до 3,1 ПДК), в одной точке из объекта № 6 (2,4 ПДК).

Значения обобщенных показателей (водородный показатель рН, сухой остаток, перманганатная окисляемость) в отобранных пробах питьевой воды не превышают нормативные. Среднее значение водородного показателя составило 7,3, причем максимальное (7,6) и минимальное (6,7) значения

определены в точках отбора объекта № 1. Содержание сухого остатка не превышает 550 мг/л при максимальной величине 631 мг/л в пробе из объекта № 8. Невысокие значения перманганатной окисляемости (1,1-1,4 мг/л) свидетельствуют о незначительном содержании в пробах воды легко окисляемых веществ, прежде всего гуминовых веществ, органических кислот.

Средняя концентрация в питьевой воде сульфат-ионов составила 91,4 мг/л, фторид-ионов - 0,16 мг/л, хлоридов-ионов - 6,76 мг/л, что существенно ниже установленных нормативов для данных анионов.

Ранжирование качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения в объектах проживания участников мероприятия выполнено нами с использованием суммарного коэффициента загрязнения, который показывает кратность превышения нормативов качества воды по 11 показателям (запах, привкус, цветность, мутность, сухой остаток, общая жесткость, перманганатная окисляемость, общее железо, сульфаты, фториды, хлориды). Значения суммарных коэффициентов загрязнения ($K_{\text{сумм.}}$) питьевой воды объектов, как показали расчеты, находятся на уровне 2,89-7,50 баллов (рис. 2).

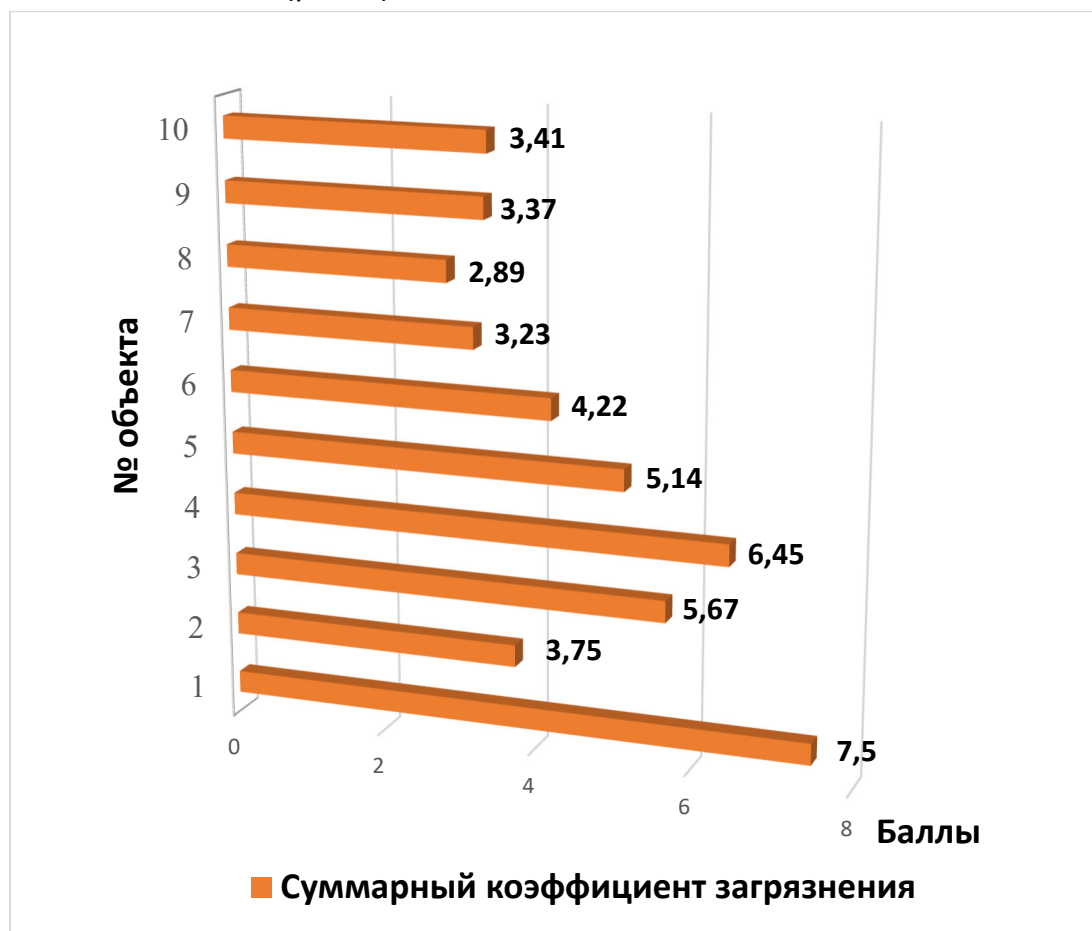


Рис. 2. Суммарные коэффициенты загрязнения питьевой воды в объектах проживания участников мероприятия

Самый высокий суммарный коэффициент загрязнения отмечается в пробах воды из объекта № 1 ($K_{\text{сумм.}} = 7,50$). Наиболее чистой была питьевая вода из водопроводных кранов, отобранных на объекте № 8 ($K_{\text{сумм.}} = 2,89$). Далее по степени загрязненности питьевой воды следуют пробы из объектов: № 7 ($K_{\text{сумм.}} = 3,23$), № 9 ($K_{\text{сумм.}} = 3,37$), № 10 ($K_{\text{сумм.}} = 3,41$) и других.

Обсуждение. Наиболее значимыми показателями, которые вносят существенный вклад в суммарный показатель загрязнения воды централизованных систем водоснабжения в ряде гостиничных объектов, являются: общее железо (20,4%), общая жесткость (19,2%), цветность (17,4%).

Железо различной степени валентности может присутствовать в воде в виде химических соединений в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Как отмечают исследователи, при концентрациях железа в водопроводной воде выше 0,3 мг/л образуются ржавые подтеки на сантехнических изделиях и пятна на белье при стирке, появляется опалесценция и мутность. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится желто-бурого цвета, ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически непригодной для применения как в качестве питьевой, так и для бытовых нужд [14, 15].

Мутность воды зависит от присутствия в воде мелких взвешенных частиц песка, ила или крупных органических молекул, а также определяется содержанием в ней железа [16]. Высокая цветность воды может быть обусловлена различными причинами, как правило, это наличие соединений железа (III) и окрашенных органических веществ, например гуминовых кислот [17, 18].

Для выяснения функциональной зависимости между основными показателями, по которым наблюдались превышения нормативов качества воды, проведен корреляционный анализ. В проанализированных пробах питьевой и горячей воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения при сопоставлении фактических значений цветности и мутности установлена статистически значимая связь ($p=0,0001$), при этом коэффициент Пирсона составил 0,967-0,968, что указывает на сильную связь. Установлена статистически значимая умеренная корреляционная связь между содержанием общего железа и мутностью ($p=0,015$; коэффициент Пирсона

$r=0,439$), цветностью ($p=0,006$; коэффициент Пирсона $r=0,491$), общей жесткостью воды и pH ($p=0,003$; коэффициент Пирсона $r=0,528$).

Таким образом, цветность воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения из исследованных объектов в большей степени определяется присутствием соединений железа и не связана с содержанием в ней окрашенных органических веществ и показателями микробиологического загрязнения. В свою очередь, на содержание ионов железа в воде из-под крана влияет режим водопользования, материал труб и изношенность водопроводных сетей, что согласуется с экспериментальными данными других авторов [14, 19].

Многочисленными исследованиями установлено, что длительное потребление питьевой воды ненадлежащего качества вызывает различные заболевания как инфекционной, так и неинфекционной природы [20-24], при этом кратковременное использование данной воды не оказывает существенного воздействия на здоровье человека. Тем не менее при выявлении нарушения функционирования централизованных систем питьевого водоснабжения организации, предоставляющие услуги, обязаны принять меры, используя альтернативные источники воды (например, бутилированную воду) или средства очистки и обеззараживания.

Результаты лабораторных исследований питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и горячей воды систем централизованного горячего водоснабжения из объектов, предназначенных для проживания участников и организаторов VI Всемирной фольклориады, были переданы в Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан для принятия управленческих решений.

Выводы:

1. Лабораторный контроль факторов среды обитания, проведенный на объектах, предназначенных для проживания участников и организаторов массового мероприятия, выявил несоответствие гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям в 37% исследованных проб питьевой и в 44% проб горячей воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Цветность, мутность, общая жесткость и содержание железа - основные показатели, по которым наблюдались превышения нормативов качества воды.

2. Цветность воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения из исследованных объектов обусловлена застоем воды в водоразводящих сетях, зависит от присутствия соединений железа и не связана с содержанием веществ органической природы и показателями микробиологического загрязнения.
3. Оценка загрязненности питьевой воды с использованием комплексного показателя качества воды ($K_{\text{сумм.}}$) позволяет классифицировать и установить объекты с наиболее чистой (объект № 8) и неблагополучной водопроводной водой (объект № 1).

Список литературы:

1. Зайцева Н.В., Сбоев А.С., Клейн С.В., Вековшина С.А. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора. Анализ риска здоровью. 2019; 26 (2): 44-55. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.05
2. Тулакин А.В., Плитман С.И., Амплеева Г.П., Пивнева О.С. Риск-ориентированный надзор как основа обеспечения безопасности питьевой воды: Проблемы и возможности. Научно-практический журнал. 2018; 21 (3): 28–31.
3. Розенталь О.М., Александровская Л.Н. Качество информации о составе воды. Водные ресурсы. 2015; 42 (4): 433-441.
4. Степанов Е.Г., Салимова Ф.А., Парахин А.А., Шафиков М.А., Мулдашева Н.А., Байбурин Т.С., Паршиков Г.П. Водопроводная вода как фактор, влияющий на здоровье человека. Фундаментальные исследования. 2004; 3: 117-120.
5. VI Всемирная фольклориада в цифрах. Министерство культуры Республики Башкортостан. 2021. URL: <https://culture.bashkortostan.ru/presscenter/news/380709/> (дата обращения: 23.11.2021).
6. Богданова О.С., Новгородова Т.А. Маркетинговые и управленческие методы отелей по обеспечению санитарно-гигиенической безопасности предприятий гостиничного бизнеса. Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. 2018; 12(1): 44-52. DOI:10.24411/2414-3863-2018-10104.
7. Вековшина С.А., Клейн С.В., Степанов Н. А. Чемпионат мира по футболу FIFA 2018: практический опыт научного обоснования перечня приоритетных химических загрязнений окружающей среды, подлежащих санитарно-

- эпидемиологическому контролю. Гигиена и санитария. 2019; 98(4):366-373. DOI:10.47470/0016-9900-2019-98-4-366-373
8. Hunter P.R., Waite M., Ronchi E., Waite M., Ronchi E. Drinking Water and Infectious Disease. CRC Press, 2002: 256. DOI: 10.1201/9781420040524
 9. Мясников И.О., Новикова Ю.А., Алентьева О.С., Еремин Г.Б., Ганичев П.А. Производственный контроль как составная часть мониторинга качества питьевой воды. Здоровье населения и среда обитания. 2020; 10: 9-14. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-331-10-9-14
 10. Качество питьевой воды. ГУП РБ «Уфаводоканал». 2021. URL: <https://www.ufavodokanal.ru/voda/water-quality> (дата обращения: 23.11.2021).
 11. Гагарина О.В. Обзор методов комплексной оценки качества поверхностных вод. Науки о земле. 2005; 11: 45-58.
 12. Новиков Ю.В., Плитман С.И., Ласточкина К.О., Хвастунов Р.М. Оценка качества воды по комплексным показателям. Гигиена и санитария. 1984; 11: 17-19.
 13. Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Егорова Н.Н., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р., Сырыгина Д.А. Гигиеническая характеристика риска влияния качества воды на здоровье населения крупного промышленного центра. Медицина труда и экология человека. 2016; 7 (3): 11-7.
 14. Мысякин А.Е., Королик В.В. Проблемы обеспечения качественного состава питьевой воды в зависимости от типов водопроводных труб и режимов водопользования. Здоровье населения и среда обитания. 2010; 204(3): 36-40.
 15. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды. М.: Высш. шк., 1991: 320.
 16. Канатникова Н.В., Егорова Н.А., Захарченко Г.Л. Гигиеническая оценка подземных вод для централизованного питьевого водоснабжения г. Орла. Гигиена и санитария. 2015; 94(4): 32-35.
 17. Алехина О.В., Вервекина Н.В., Веселова М.С. Некоторые химические аспекты оценки качества питьевой воды. Вестник ТГУ. 2013; 18(3): 937-940.
 18. Jez-Walkowiak J, Dymaczewski Z, Szuster-Janiaczyk A, et al. Efficiency of Mn removal of different filtration materials for groundWater treatment linking chemical and physical properties. Water. 2017; 9(7), 498. DOI: 10.3390/w9070498

19. Liu G., Zhang Y., Knibbe W.J., Feng C., Liu W., Medema G., Van der Meer W. Potential impacts of changing supply-water quality on drinking water distribution: a review. *Water Research*. 2017; 116: 135-148. DOI: 10.1016/j.watres.2017.03.031
20. Säve-Söderbergh M., Åkesson A., Simonsson M., Toljander J. Endemic gastrointestinal illness and change in raw water source and drinking water production - A population-based prospective study. *Environ Int*. 2020; 137: 105575. <https://www>. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105575 (дата обращения: 23.11.2021).
21. Monis P., Lau M., Harris M., Cook D., Drikas M. Risk-based management of drinking water safety in Australia: Implementation of health based targets to determine water treatment requirements and identification of pathogen surrogates for validation of conventional filtration. *Food Waterborne Parasitol*. 2017; 8-9: 64-74. <https://www>. DOI: 10.1016/j.fawpar.2017.08.002 (дата обращения: 23.11.2021).
22. Schullehner J., Hansen B., Thygesen M., Pedersen C.B., Sigsgaard T. Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study. *Cancer Epidemiol*. 2018; 143 (1): 73-9. <https://www>. DOI: 10.1002/ijc.31306
23. Новикова Ю.А., Фридман К.Б., Федоров В.Н., Ковшов А.А., Тихонова Н.А., Мясников И.О. К вопросу оценки качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения в современных условиях. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(6): 536-568.
24. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Кирьянов Д.А. Методические аспекты и результаты оценки демографических потерь, ассоциированных с вредным воздействием факторов среды обитания и предотвращаемых действиями Роспотребнадзора, в регионах Российской Федерации/ *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; 301(4): 15–20.

References:

1. Zajceva N.V., Sboev A.S., Klejn S.V., Vekovshinina S.A. Drinking water quality: health risk factors and efficiency of control and surveillance activities by rospotrebnadzor. *Health Risk Analysis*. 2019; 26 (2): 44-55. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.05

2. Tulakin A.V., Plitman S.I., Ampleeva G.P., Pivneva O.S. Risk-based supervision as a basis for ensuring the safety of drinking water: problems and opportunities. *Scientific and practical journal*. 2018; 21 (3): 28–31.
3. Rozental` O.M., Aleksandrovskaya L.N. The quality of information about the composition of water. *Water resources*. 2015; 42 (4): 433-441.
4. Stepanov E.G., Salimova F.A., Paraxin A.A., Shafikov M.A., Muldasheva N.A., Bajburin T.S., Parshikov G.P. Tap water as a factor affecting human health. *Fundamental research*. 2004; 3: 117-120.
5. VI World Folklore Contest in numbers. Ministry of Culture of the Republic of Bashkortostan. 2021. URL: <https://culture.bashkortostan.ru /presscenter/ news 380709/> (accessed: 23/11/2021).
6. Bogdanova O.S., Novgorodova T.A. Marketing and management methods of hotels to ensure sanitary and hygienic safety of hotel business enterprises. *Bulletin of the Association of Universities of Tourism and Service*. 2018; 12(1): 44-52. DOI:10.24411/2414-3863-2018-10104.
7. Vekovshinina S.A., Klejn S.V., Stepanov N. A. FIFA World Cup 2018: practical experience of scientific substantiation of the list of priority chemical environmental pollutants subject to sanitary and epidemiological control. *Hygiene and sanitation*. 2019; 98(4):366-373. DOI:10.47470/0016-9900-2019-98-4-366-373
8. Hunter P.R., Waite M., Ronchi E., Waite M., Ronchi E. *Drinking Water and Infectious Disease*. CRC Press, 2002: 256. DOI: 10.1201/9781420040524
9. Myasnikov I.O., Novikova Yu.A., Alenteva O.S., Eremin G.B., Ganichev P.A. Production control as an integral part of monitoring the quality of drinking water. *Public health and habitat*. 2020; 10: 9-14. DOI:10.35627/2219-5238/2020-331-10-9-14.
10. Quality of drinking water. GUP RB "Ufavodokanal". 2021. URL: <https://www.ufavodokanal.ru/voda/water-quality> (accessed: 23/11/2021).
11. Gagarina O.V. Review of methods for integrated assessment of surface water quality. *Earth Sciences*. 2005; 11: 45-58.
12. Novikov Yu.V., Plitman S.I., Lastochkina K.O., Xvastunov R.M. Assessment of water quality by complex indicators. *Hygiene and sanitation*. 1984; 11: 17-19.
13. Valeev T.K., Sulejmanov R.A., Egorova N.N., Baktybaeva Z.B., Raxmatullin N.R., Sy`ry`gina D.A. Hygienic characteristics of the risk of the influence of water

- quality on the health of the population of a large industrial center. Occupational medicine and human ecology. 2016; 7 (3): 11-7.
14. Mysyakin A.E., Korolik V.V. Problems of ensuring the qualitative composition of drinking water, depending on the types of water pipes and water use regimes. Public health and habitat. 2010; 204(3): 36-40.
 15. Livchak I.F., Voronov Yu.V. Environmental protection. M.: Higher School. 1991: 320.
 16. Kanatnikova N.V., Egorova N.A., Zaxarchenko G.L. Hygienic assessment of groundwater for centralized drinking water supply in Orel. Hygiene and sanitation. 2015; 94(4): 32-35.
 17. Alexina O.V., Vervekina N.V., Veselova M.S. Some chemical aspects of drinking water quality assessment. Bulletin of TGU. 2013; 18(3): 937-940.
 18. Jez-Walkowiak J, Dymaczewski Z, Szuster-Janiaczyk A, et al. Efficiency of Mn removal of different filtration materials for groundWater treatment linking chemical and physical properties. Water. 2017; 9(7), 498. DOI: 10.3390/w9070498
 19. Liu G., Zhang Y., Knibbe W.J., Feng C., Liu W., Medema G., Van der Meer W. Potential impacts of changing supply-water quality on drinking water distribution: a review. Water Research. 2017; 116: 135-148. DOI: 10.1016/j.watres.2017.03.031
 20. Säve-Söderbergh M., Åkesson A., Simonsson M., Toljander J. Endemic gastrointestinal illness and change in raw water source and drinking water production - A population-based prospective study. Environ Int. 2020; 137: 105575. <https://www>. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105575 (дата обращения: 23.11.2021).
 21. Monis P., Lau M., Harris M., Cook D., Drikas M. Risk-based management of drinking water safety in Australia: Implementation of health based targets to determine water treatment requirements and identification of pathogen surrogates for validation of conventional filtration. Food Waterborne Parasitol. 2017; 8-9: 64-74. <https://www>. DOI: 10.1016/j.fawpar.2017.08.002 (дата обращения: 23.11.2021).
 21. Schullehner J., Hansen B., Thygesen M., Pedersen C.B., Sigsgaard T. Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study. Cancer Epidemiol. 2018; 143 (1): 73-9. <https://www>. DOI: 10.1002/ijc.31306

23. Novikova Yu.A., Fridman K.B., Fedorov V.N., Kovshov A.A., Tixonova N.A., Myasnikov I.O. On the issue of assessing the quality of drinking water of centralized water supply systems in modern conditions. Hygiene and sanitation. 2020; 99(6): 536-568.
24. Zajceva N.V., Maj I.V., Klejn S.V., Kiryanov D.A. Methodological aspects and results of the assessment of demographic losses associated with the harmful effects of environmental factors and prevented by the actions of Rospotrebnadzor in the regions of the Russian Federation/ Population health and habitat. 2018; 301(4): 15–20.

Поступила/Received: 24.11.2021

Принята в печать/Accepted: 26.11.2021

УДК 613.96

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ СПОРТИВНОГО ВУЗА

Давлетова Н.Х.^{1,2}, Тафеева Е.А.², Мавлиев Ф.А.¹

¹ Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

² Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

В статье представлены результаты анализа самооценки качества жизни, связанного со здоровьем (КЖСЗ), студентов спортивного вуза. Студенты были разделены на группы: спортсмены и неспортсмены, внутри групп осуществлялось деление по полу. В исследовании приняли участие 572 студента Поволжского ГУФКСиТ в возрасте от 18 до 23 лет. Для оценки качества жизни использовалась стандартизированная анкета MOS SF-36.

Установлено, что показатели КЖСЗ студентов достаточно высоки, их медианные значения варьировали от 75,0 (58,0; 85,0) баллов (по шкале жизненная активность (VT)) до 100 (90,0; 100,0) баллов (по шкале физическое функционирование (PF)). Девушки оценивали КЖСЗ ниже, чем юноши по шкалам: VT, общее состояние здоровья (GH), ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE), психическое здоровье (MH), $p < 0,001$. У студентов-спортсменов наибольшее количество баллов регистрировалось по шкале ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RP), а минимальное – по психологическому компоненту здоровья. Статистически значимые отличия в группе спортсменов среди юношей и девушек отмечаются по шкалам RP, GH, VT, SF, RE и MH ($p < 0,001$). У студентов-спортсменов с травмами в анамнезе результаты по шкале RP оказались на 16,88% ниже, чем у спортсменов без травм ($p < 0,01$). Более низкие показатели RP наблюдались у юношей-неспортсменов по сравнению с юношами-спортсменами ($p < 0,01$). Значения по психологическому компоненту здоровья у юношей-неспортсменов и девушек-неспорсменок оказались статистически значимо выше, чем у юношей и девушек, занимающихся спортом ($p < 0,001$).

Результаты исследования свидетельствуют о положительной самооценке своего физического и психического функционирования и высокой самооценке здоровья обучающимися спортивного вуза. Однако полученные данные указывают на необходимость обратить внимание на

психологический компонент здоровья, особенно у студентов, занимающихся спортом. Требуется комплексная работа с данной группой студентов, в том числе и с привлечением спортивных психологов.

Ключевые слова: качество жизни, связанное со здоровьем, MOS SF-36, студенты-спортсмены, неспортсмены, спортивный вуз.

Для цитирования: Давлетова Н.Х., Тафеева Е.А., Мавлиев Ф.А. Оценка качества жизни студентов спортивного вуза. Медицина труда и экология человека. 2021;4:279-296

Для корреспонденции: Давлетова Наиля Ханифовна, доцент кафедры медико-биологических дисциплин Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, кандидат медицинских наук, e-mail: davletova0681@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10418>

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF LIFE OF SPORTS UNIVERSITY STUDENTS

Davletova N.Ch.^{1,2}, Tafееva E.A.², Mavliev F.A.¹

¹—Volga State University of Physical Training, Sports and Tourism, Kazan, Russia

²—Kazan State Medical University, Kazan, Russia

The article presents the results of the analysis of self-assessment of health-related quality of life (HRQL) of students of a sports university. The students were divided into groups: athletes and non-athletes; within the groups there was a division by gender. The study involved 572 students of the Volga State University of Physical Training and Sports aged 18 - 23 years. The standardized questionnaire MOS SF-36 was used to assess the quality of life.

It has been shown that the indicators of students' QHSP are quite high, their median values varied from 75.0 (58.0; 85.0) points (on the scale of vital activity (VT)) to 100 (90.0; 100.0) points (according to physical functioning scale (PF)). Girls rated HRHC lower than boys on the following scales: VT, general health (GH), role functioning due to emotional state (RE), mental health (MH), $p < 0.001$. Among student-athletes, the greatest number of points was recorded on the scale of role functioning, conditioned by the physical condition (RP), and the minimum - on the psychological

component of health. Statistically significant differences in the group of athletes among boys and girls are noted on the scales RP, GH, VT, SF, RE and MH ($p < 0.001$). Students-athletes with a history of injuries were found to have results on the RP scale by 16.88% lower than those of athletes without injuries ($p < 0.01$). Lower RP indices were observed in male non-athletes as compared with male athletes, $p < 0.01$. The values for the psychological component of health among non-athletes and girls who were not athletes turned out to be statistically significantly higher than among boys and girls involved in sports, $p < 0.001$.

The results of the study indicate a positive self-assessment of their physical and mental functioning and a high self-assessment of health by students of the sports university. However, the data obtained indicate the need to pay attention to the psychological component of health, especially among student-athletes. Complex work is required with this group of students, including with the involvement of sports psychologists.

Keywords: health-related quality of life, MOS SF-36, student-athletes, non-athletes, sports university.

Citation: Davletova N.Ch., Tafeeva E.A., Mavliev F.A. Assessment of the quality of life of sports university students. Occupational health and human ecology. 2021;4:279-296

Correspondence: Nailya Ch. Davletova, Associate Professor at the Department of Biomedical Disciplines of the Volga State University of Physical Training, Sports and Tourism, Cand.Sc. (Medicine), e-mail: davletova0681@mail.ru.

Financing: The study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10418>

Одним из важных направлений современной медицины является изучение качества жизни, связанного со здоровьем (КЖСЗ), различных групп населения [1-7]. Согласно литературным данным, «качество жизни» рассматривается как субъективная оценка человеком собственного благополучия и включает в себя эмоциональные, социальные и физические аспекты его жизни [8-11].

Изучение качества жизни позволяет оценить важные составляющие здоровья человека и может быть использовано при комплексной оценке влияния факторов риска на студентов спортивных вузов. Здоровье для

студентов-спортсменов является необходимым условием построения спортивной карьеры, а самооценка здоровья может рассматриваться как фактор, оказывающий влияние не только на образ жизни, но и на успешность обучения в вузе [12-14]. Повышенные физические нагрузки, особенности рациона питания и режима дня, обусловленные учебным, тренировочным и соревновательным процессами, могут оказывать влияние на КЖСЗ данной категории лиц [15-18]. Вышесказанное определило актуальность исследования КЖСЗ студентов спортивного вуза.

Цель исследования - сравнительный анализ самооценки КЖСЗ студентов спортивного вуза.

Материалы и методы. В ходе настоящего исследования была проведена оценка качества жизни студентов Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (Поволжский ГУФКСиТ) при помощи стандартизированной анкеты «Краткая форма самооценки качества жизни, связанного со здоровьем, MOS SF-36» (MOS SF – Medical Outcomes Study-Short Form, русифицированная версия J.E. Ware, 1992). Результаты анкетирования оценивались по 4 шкалам физического компонента здоровья (физическое функционирование (PF); ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RP); интенсивность боли (BP); общее состояние здоровья (GH)) и 4 шкалам психологического компонента здоровья (жизненная активность (VT); социальное функционирование (SF); ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE); психическое (ментальное) здоровье (MH)). Степень выраженности показателей каждой из шкал оценивалась по следующим градациям: «высокая» (81-100 баллов), «выше среднего» (61-80 баллов), «средняя» (41-60 баллов), «ниже среднего» (21-40 баллов) и «низкая» (0-20 баллов) [19].

В исследовании приняли участие 572 студента (263 юноши и 309 девушек) от 18 до 23 лет (средний возраст – $20,48 \pm 1,03$ лет). Респонденты были однородны по социальному и семейному положению, проживали в кампусе Поволжского ГУФКСиТ, не имели на момент исследования травм и иных заболеваний. Однако при анализе результатов исследования учитывался факт наличия травм в анамнезе респондентов. Условия обучения и проживания были одинаковыми, для того чтобы исключить возможность влияния соответствующих факторов на конечный результат анкетирования по опроснику MOS SF-36.

Для сравнительной характеристики все студенты были разделены на четыре группы, полученные сочетанием факторов «спортивная деятельность» и «пол». Проведенный общий корреляционный анализ показал отсутствие в общей выборке каких-либо существенных корреляций возраста с исследуемыми параметрами, в связи с чем данный фактор при стратификации не учитывался. В группу 1 «студенты-спортсмены мужского пола» и группу 2 «студенты-спортсмены женского пола» вошли соответственно 203 юноши и 214 девушек, занимающихся циклическими, сложно-координационными видами спорта, единоборствами и спортивными играми; в группу 3 «неспортсмены мужского пола» и группу 4 «неспортсмены женского пола» – 60 юношей и 95 девушек соответственно, которые не занимаются отдельными видами спорта, а уровень их физической активности ограничен уроками физической культуры в рамках образовательной программы (табл. 1).

Таблица 1

Распределение опрошенных студентов по уровню физической активности, виду спорта и полу

	Юноши	Девушки	Всего
Студенты-спортсмены, в том числе занимающиеся:	203 ¹	214 ²	417
- циклическими видами спорта	38	67	105
- сложно-координационными видами спорта	11	57	68
- единоборствами	35	24	59
- спортивными играми	119	66	185
Неспортсмены	60 ³	95 ⁴	155
Всего	263	309	572

Примечание: ¹– 1 группа, ²– 2 группа, ³– 3 группа, ⁴– 4 группа.

Статистическая обработка данных производилась посредством программы IBM SPSS 20. Все данные были проверены на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Для определения статистически значимых различий качества жизни студентов использовался критерий U Манна-Уитни, для определения корреляций между исследуемыми показателями – метод корреляционного анализа Спирмена. При оценке силы связи коэффициентов корреляции применялась шкала Чеддока. За критический

уровень значимости принимали $p < 0,05$. Результаты представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (25 и 75 перцентили).

Результаты исследования. В результате проведенного исследования выявлено, что показатели качества жизни студентов спортивного вуза характеризовались как «выше среднего» и «высокие», их медианные значения варьировали от 75,0 (58,0; 85,0) баллов (по шкале жизненная активность) до 100,0 (90,0; 100,0) баллов (по шкале физическое функционирование). При анализе данных по шкалам PF (объем повседневной физической активности, не ограниченной состоянием здоровья) и RP (ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием) отмечены высокие значения (100,0 (90,0; 100,0) и 100,0 (72,5; 100,0) баллов соответственно) (табл. 2).

Таблица 2

Показатели качества жизни студентов спортивного вуза

Наименование показателя	Юноши	Девушки	В целом
<i>Физический компонент здоровья, баллы (Me (P₂₅; P₇₅))</i>			
Физическое функционирование (PF)	100,0 (92,5; 100,0)	100,0 (90,0; 100,0)	100,0 (90,0; 100,0)
Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RP)	100,0 (75,0; 100,0)	97,5 (65,0; 100,0)	100,0 (72,5; 100,0)
Интенсивность боли (BP)	82,0 (62,0; 100,0)	82,0 (61,0; 100,0)	82,0 (62,0; 100,0)
Общее состояние здоровья (GH)	87,0 (72,0; 97,0)*	80,0 (62,0; 90,5)*	82,0 (70,0; 95,0)

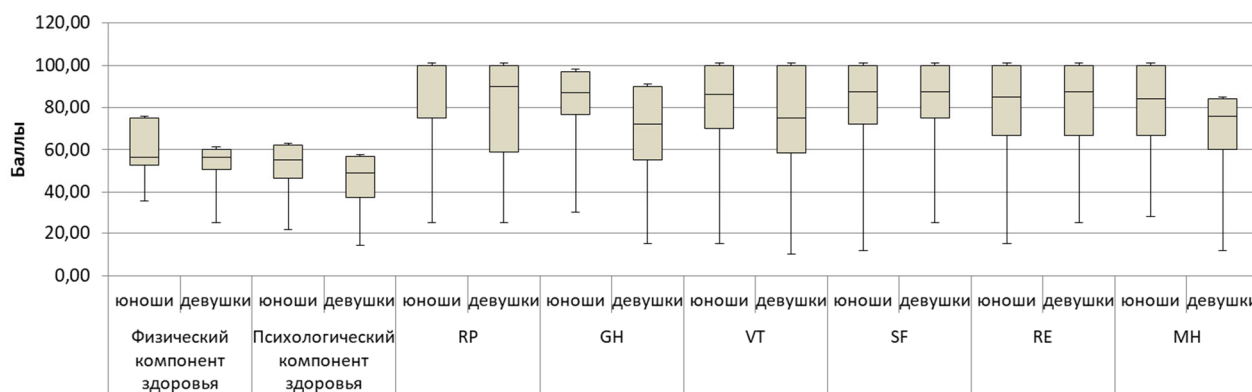
<i>Психологический компонент здоровья, баллы (Me (P₂₅; P₇₅))</i>			
Жизненная активность (VT)	79,0 (61,0; 90,0)*	70,0 (50,0; 80,0)*	75,0 (58,0; 85,0)
Социальное функционирование (SF)	87,5 (75,0; 100,0)	87,5 (62,5; 100,0)	87,7 (75,0; 100,0)
Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE)	100,0 (66,7; 100,0)*	70,0 (54,7; 100,0)*	90,0 (66,0; 100,0)
Психическое (ментальное) здоровье (MH)	80,0 (68,0; 88,0)*	72,0 (52,0; 84,0)*	76,0 (60,0; 88,0)

Примечание: * - статистически значимые различия между юношами и девушками, $p < 0,001$.

Как видно из таблицы 2, статистически значимые отличия в исследуемых показателях, без учета спортивной активности между представителями женского и мужского пола, обнаружены по четырем шкалам из восьми (GH, VT, RE, MH). При этом по физическому компоненту здоровья статистически значимые различия наблюдались только по одной шкале (GH) – общее состояние своего здоровья юноши оценивали на 8,75% выше, чем девушки ($p < 0,001$). По показателям психологического компонента здоровья статистически значимые отличия наблюдались по трем шкалам, при этом девушки оценивали качество жизни ниже, чем юноши: по шкале жизненная активность (VT) – на 12,86%, по шкале ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием (RE), – на 42,86% и по шкале психическое (ментальное) здоровье (MH) – на 11,11% ($p < 0,001$). При этом степень выраженности показателей каждой из шкал соответствовала градациям «выше среднего» и «высокая».

При подразделении спортсменов на группы по половому признаку статистически значимые отличия обнаружены как в целом по физическому и

психологическому компонентам здоровья, так и по отдельным составляющим их шкалам (по 2 шкалам физического (RP, GH) и 4 шкалам психического компонентов здоровья (VT, SF, RE, MH)) (рис. 1).



Примечание: RP – ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием; GH – общее состояние здоровья; VT – жизненная активность; SF – социальное функционирование; RE – ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием; MH – психическое здоровье.

Рис. 1. Статистически значимые отличия между исследуемыми показателями качества жизни юношей-спортсменов и девушек-спортсменок

Как видно из данных рис. 1, степень выраженности анализируемых показателей у спортсменов мужского и женского пола оценивалась как «средняя» по физическому и психическому компонентам здоровья. В половине случаев по физическому компоненту здоровья юноши-спортсмены набрали более 56,37, а девушки-спортсменки – более 56,42 баллов. У спортсменок степень выраженности по шкалам GH, VT, MH оценивалась как «выше среднего». Значения показателей по шкалам RP, GH, VT, SF, RE, MH у юношей-спортсменов и по шкалам RP, SF, RE у девушек-спортсменок соответствовали градации «высокая».

Наибольшее количество баллов как у юношей, так и у девушек, занимающихся спортом, регистрировалось по шкале ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (100,0 (75,0; 100,0) баллов и 90,0 (59,0; 100,0) баллов соответственно), а минимальное – по психологическому компоненту здоровья (55,0 (46,45; 62,19) баллов и 48,9 (37,63; 56,81) балла соответственно).

Наибольшие статистически значимые гендерные различия между спортсменами наблюдались по шкалам общего состояния здоровья (юноши-спортсмены – 87 (76,5; 97,0) баллов, девушки-спортсменки – 72 (55,0; 90,0) балла, $U=16315$, $p<0,001$) и психического (ментального) здоровья (юноши-спортсмены – 84 (66,67; 100,0) балла, девушки-спортсменки – 76 (60,0; 84,0) баллов, $U=15730$, $p<0,001$).

При проведении корреляционного анализа обнаружена высокая прямая взаимосвязь психического (ментального) здоровья с показателями жизненной активности у юношей-спортсменов ($r=0,766$, $p<0,01$) и девушек-спортсменок ($r=0,76$, $p<0,01$), а также умеренная взаимосвязь психического (ментального) здоровья с социальным функционированием у юношей-спортсменов ($r=0,606$, $p<0,01$) и девушек-спортсменок ($r=0,578$, $p<0,01$).

В то же время обнаружены различия в показателях качества жизни у студентов-спортсменов при анализе с учетом наличия травм в анамнезе. Так, статистически значимые различия регистрировались по шкале ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием. Значения данного показателя были на 16,88% ниже у спортсменов с травмами в анамнезе, по сравнению со спортсменами без травм ($U=464,5$, $p<0,01$).

Меньшее количество отличий между девушками и юношами фиксировалось в группе не занимающихся спортом, и они связаны с психическим компонентом здоровья в целом и с составляющими его шкалами – жизненная активность и психическое здоровье (рис. 2).

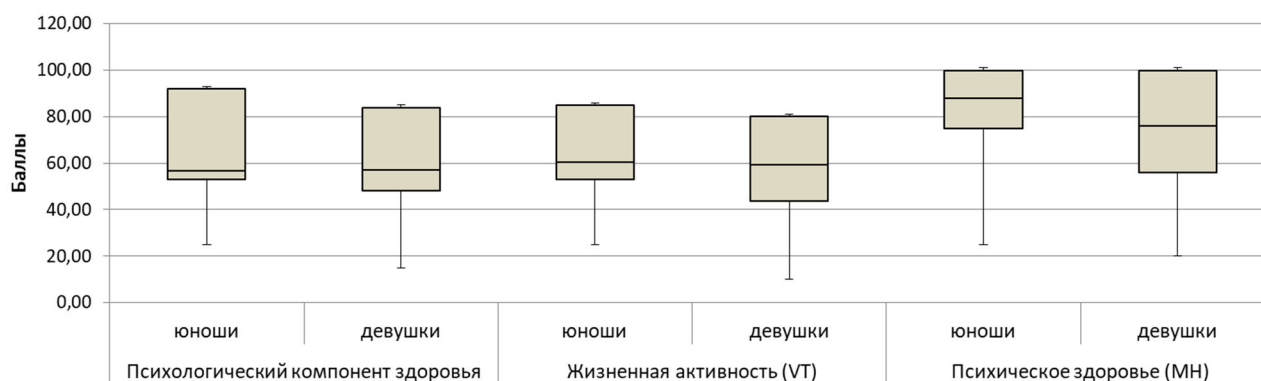


Рис. 2. Статистически значимые отличия между исследуемыми показателями качества жизни юношей-неспортсменов и девушек-неспортсменок

Как видно из рис. 2, степень выраженности значений характеризовалась как «средние» по шкалам психологического компонента здоровья (юноши-неспортсмены – 56,75 (53,0; 92,0) балла, девушки-неспортсменки – 57 (48,0; 84,0) баллов) и жизненная активность (юноши-неспортсмены – 60,52 (53,0; 85,0) балла, девушки-неспортсменки – 59,41 (43,71; 80,0) балла) и «выше среднего» по шкале психическое здоровье (юноши-неспортсмены – 88,0 (75,0; 100,0) баллов, девушки-неспортсменки – 76,0 (56,0; 100,0) баллов). Наибольшая разница в результатах между юношами и девушками, не занимающимися спортом, наблюдалась по шкале психическое (ментальное) здоровье, при этом результаты у девушек-неспортсменок были статистически значимо ниже, чем у юношей, не занимающихся спортом ($U=2314$, $p<0,049$).

Следует отметить, что несмотря на отсутствие в общей выборке корреляционной связи между возрастом и исследуемыми показателями, при подразделении с учетом пола и уровня физической активности в группе девушек-неспортсменок выявлена высокозначимая умеренная обратная взаимосвязь возраста, психологического компонента здоровья ($r=-0,37$, $p<0,001$) и психического здоровья ($r=-0,33$, $p<0,01$), а также сходная по величине взаимосвязь возраста с показателем общего состояния здоровья ($r=-0,34$, $p<0,01$). У юношей-неспортсменов, в отличие от девушек-неспортсменок, выделяется отрицательная взаимосвязь между возрастом и жизненной активностью ($r=-0,39$, при $p<0,002$).

В ходе анализа полученных данных выявлены различия между занимающимися и не занимающимися спортом студентами. Так, у юношей-спортсменов, по сравнению с юношами-неспортсменами, обнаружены различия по двум показателям (по шкале «ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием» и по психологическому компоненту здоровья), а у девушек лишь по психологическому компоненту здоровья (рис. 3).

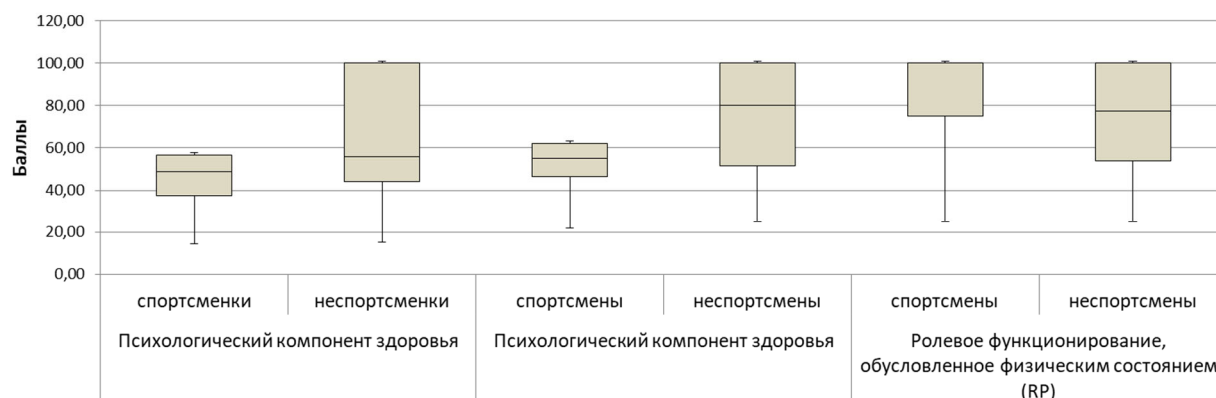


Рис. 3. Статистически значимые отличия между исследуемыми показателями качества жизни студентов, занимающихся и не занимающихся спортом, с учетом пола

Значения по психологическому компоненту здоровья у юношей-неспортсменов (80 (55,5; 100,0) баллов) и девушек-неспортсменок (56 (44,08; 100,0) баллов) оказались статистически значимо выше, чем у юношей и девушек, занимающихся спортом (55 (46,45; 62,19) баллов и 48,9 (37,63; 56,81) балла соответственно) ($U=4012$, $p<0,001$ между группами юношей и $U=7146$, $p<0,001$ между группами девушек). Более низкие показатели ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием, наблюдались у юношей-неспортсменов (77,5 (53,75; 100,0) балла) по сравнению с юношами-спортсменами (100,0 (75,0; 100,0) баллов, $U=2314$, $p<0,01$).

Обсуждение. Показатели качества жизни студентов спортивного вуза оказались достаточно высоки. Результаты по шкалам общего здоровья, жизненной активности, физического функционирования и ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием, свидетельствуют о наличии у студентов спортивного вуза достаточных резервов для увеличения физических нагрузок в повседневной жизни.

Высокие значения показателей по шкалам SF и RE как у юношей-спортсменов, так и у девушек-спортсменок свидетельствуют об отсутствии проблем с социальной активностью и общением, обусловленных физическим и эмоциональным состоянием.

Гендерные различия в результатах по шкале психическое (ментальное) здоровье (MH), наблюдаемые как среди студентов, занимающихся спортом, так и среди студентов, не занимающихся спортом, а именно более низкие

значения у девушек по сравнению с юношами, возможно, связаны с тем, что девушки более склонны к переживаниям и имеют более низкий уровень эмоционального контроля [20].

Высокая прямая взаимосвязь психического (ментального) здоровья (МН) с показателями жизненной активности у юношей-спортсменов и девушек-спортсменок, а также умеренная взаимосвязь психического (ментального) здоровья с социальным функционированием у данной категории лиц позволяет предположить, что при увеличении состояний тревожности или состояний неопределенности, свойственных предстартовому периоду, студенты-спортсмены чаще чувствуют себя обессиленными, что может сопровождаться снижением уровня жизненной активности, удовлетворенности уровнем социальной активности и количества социальных контактов.

Более низкие показатели ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием, у юношей-неспортсменов по сравнению с юношами-спортсменами свидетельствуют о том, что их деятельность (учеба, выполнение повседневных обязанностей) ограничена физическим состоянием в большей степени, чем у спортсменов. В то же время высокие значения у юношей, занимающихся спортом, можно объяснить большей устойчивостью спортсменов к физическим нагрузкам.

Субъективная оценка КЖСЗ студентов соответствует результатам исследований других авторов [21-23]. Согласно литературным данным, уровень физической нагрузки положительно отражается на отдельных показателях КЖСЗ [21, 24-26]. Высокие значения показателей физического компонента здоровья обследованных студентов можно объяснить тем, что одним из обязательных внутренних вступительных экзаменов при поступлении в спортивный вуз является профессиональное испытание – физическая культура (общая физическая подготовка) или физическая культура (избранный вид спорта), прохождение которых обеспечивает поступление физически сильных абитуриентов.

Заключение. Данные проведенного исследования качества жизни, связанного со здоровьем, свидетельствуют о положительной самооценке своего физического и психического функционирования и высокой самооценке здоровья среди студентов спортивного вуза. Данный факт объясняется спецификой спортивного вуза как места, где успех в обучении во многом

обусловлен уровнем физической работоспособности и состоянием здоровья обучающихся в целом.

Однако полученные результаты свидетельствуют о необходимости обратить внимание на психологический компонент здоровья, особенно у юношей-спортсменов и девушек-спортсменок. Показатель по шкале психического (ментального) здоровья, характеризующий настроение, наличие депрессии, тревоги и оценивающий общий показатель положительных эмоций, оказался одним из наиболее низких среди результатов по остальным шкалам. Это может быть связано с нахождением спортсменов в ситуации неопределенности, предстартовым стрессом в период подготовки к соревнованиям, что требует комплексной работы с данной группой студентов, в том числе с привлечением спортивных психологов.

Таким образом, применение стандартизированного опросника MOS SF-36 позволяет выявить особенности в оценке отдельных показателей качества жизни, что может быть использовано, совместно с данными объективных гигиенических исследований, в комплексном исследовании факторов риска здоровью студентов в период их обучения в спортивном вузе.

Список литературы:

1. Попов В.И., Мелихова Е.П. Изучение и методология исследования качества жизни студентов. Гигиена и санитария. 2016; 9(95): 879-884.
2. Antunes Barros R, Silva Menezes M, Lins L. Quality of life of medical students in Brazil. A comparative study. Rev Med Chil. 2019; 147(1): 107-113. doi: 10.4067/S0034-98872019000100107.
3. Fauntroy V, Nolton E.C., Ambegaonkar J.P. Health-related quality of life (HRQOL) measures used in dance: a systematic review. Int J Sports Phys Ther. 2020; 15(3): 333-342.
4. Kuczynski A.M., Kanter J.W., Robinaugh D.J. Differential associations between interpersonal variables and quality-of-life in a sample of college students. Qual Life Res. 2020; 29(1): 127-139. doi: 10.1007/s11136-019-02298-3.
5. Núñez-Rocha, Georgina Mayela et al. Lifestyle, Quality of Life, and Health Promotion Needs in Mexican University Students: Important Differences by Sex and Academic Discipline. International journal of environmental research and public health. 2020; 17: 8024. doi:10.3390/ijerph17218024

6. Qiu Y, Yao M, Guo Y, Zhang X, Zhang S, Zhang Y, Huang Y, Zhang L. Health-Related Quality of Life of Medical Students in a Chinese University: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(24): 5165. doi: 10.3390/ijerph16245165.
7. Solis AC, Lotufo-Neto F. Predictors of quality of life in Brazilian medical students: a systematic review and meta-analysis. *Braz J Psychiatry*. 2019; 41(6): 556-567. doi:10.1590/1516-4446-2018-0116.
8. Горбунов В.И., Возженникова Г.В., Исаева И.Н., Верушкина А.С. Оценка показателей качества жизни студентов медицинского вуза. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2012;1: 46-49.
9. Ионова Т.И., Шевцова О.Г. Качество жизни и здоровьесберегающие факторы образа жизни студентов медицинского вуза. *Медицина и организация здравоохранения*. 2016; 1: 21-27.
10. Лукманова А.И., Поварго Е.А., Зулъкарнаев Т.Р., Казак А.А. Особенности пищевого статуса и качества жизни студентов Башкирского государственного медицинского университета. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; 7(304): 8-11.
11. Соколова Н.В., Попов В.И., Алферова С.И., Артюхова И.Г., Кварацхелия А.Г. Комплексный подход к гигиенической оценке качества жизни студенческой молодежи. *Acta Biomedica Scientifica*. 2013; 3-2(91): 130-134.
12. Вячеславович К.В., Владимирович К.К. Самооценка физических характеристик качества жизни, заболеваемость, социально-экономический статус и успеваемость у российских и китайских студентов медицинских специальностей сопредельных территорий Дальнего Востока. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2020; 2(66): 2-20.
13. Кузнецов В.В., Косилов К.В. Влияние объективного состояния и самооценки здоровья на академическую успеваемость у студентов старших курсов медицинских и гуманитарных специальностей с учетом различных средовых факторов. *Исследования и практика в медицине*. 2020; 3(7): 108-118. <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2020-7-3-11>
14. Кузнецов В.В., Косилов К.В., Костина Е.Ю., Карашук Е.В., Федорищева Е.К., Барабаш О.А. Оценка когнитивных функций студентов медицинских университетов в процессе обучения, связанная с состоянием их здоровья. *Research'n Practical Medicine Journal*. 2021; 1(8): 85-96.

15. Nowak P.F., Božek A., Blukacz M., Physical Activity, Sedentary Behavior, and Quality of Life among University Students. *BioMed Research International*. 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9791281>.
16. Silva WRD, Campos JADB, Marôco J. Impact of inherent aspects of body image, eating behavior and perceived health competence on quality of life of university students. *PLoS One*. 2018; 13(6): e0199480. doi: 10.1371/journal.pone.0199480.
17. Snedden T.R., Scerpella J., Kliethermes S.A., Norman R.S., Blyholder L., Sanfilippo J., McGuine T.A., Heiderscheit B. Sport and Physical Activity Level Impacts Health-Related Quality of Life Among Collegiate Students. *Am J Health Promot*. 2019; 33(5): 675-682. doi: 10.1177/0890117118817715.
18. White H.M., Hoch J.M., Hoch M.C. Health-Related Quality of Life in University Dance Students. *Med Probl Perform Art*. 2018; 33(1): 14-19. doi: 10.21091/mppa.2018.1004.
19. Ware JE Jr, Sherbourne C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992; 30(6): 473-83.
20. Бокуть Е.Л., Комарова О.Н., Рассказова А.Л., Решетникова О.В. Самоотношение и атрибутивные схемы локус-контроля как составляющие личностного потенциала. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Педагогика и психология*. 2020; 4:6-16.
21. Зулъкарнаев Т.Р., Лукманова А.И., Поварго Е.А., Зулъкарнаева А.Т. Применение показателей качества жизни студентов медицинского университета для диагностики нарушений здоровья. *Медицина труда и экология человека*. 2015; 4:123-127.
22. Михайлович К.М., Ермаков С.С., Третьякова Н.В., Крайник В.Л., Романова Е.В. Физическая активность как фактор повышения качества жизни студентов. *Образование и наука*. 2020; 5(22): 150-168.
23. Sieńko-Awierianów E, Chudecka M. Risk of Injury in Physically Active Students: Associated Factors and Quality of Life Aspects. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(7): 2564. doi:10.3390/ijerph17072564
24. Barradas S.C., Finck Barboza C., Sarmiento O.L. Differences between leisure-time physical activity, health-related quality of life and life satisfaction: Al Ritmo de las Comunidades, a natural experiment from Colombia. *Glob Health Promot*. 2019; 26(2): 5-14. doi: 10.1177/1757975917703303.
25. Egan K.P. Supporting Mental Health and Well-being Among Student-Athletes. *Clin Sports Med*. 2019; 38(4): 537-544. doi: 10.1016/j.csm.2019.05.003.

26. Lukanović B., Babić M., Katić S., Čerkez Zovko I., Martinac M., Pavlović M., Babić D. Mental Health and Self-Esteem of Active Athletes. *Psychiatr Danub.* 2020; 32(2): 236-243.

References:

1. Popov V.I., Melikhova E.P. Study and research methodology of the quality of life of students. *Hygiene and sanitation.* 2016; 9 (95): 879-884.
2. Antunes Barros R., Silva Menezes M., Lins L. Quality of life of medical students in Brazil. A comparative study. *Rev Med Chil.* 2019; 147(1): 107-113. doi: 10.4067/S0034-98872019000100107.
3. Fauntroy V., Nolton E.C., Ambegaonkar J.P. Health-related quality of life (HRQOL) measures used in dance: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther.* 2020; 15(3): 333-342.
4. Kuczynski A.M., Kanter J.W., Robinaugh D.J. Differential associations between interpersonal variables and quality-of-life in a sample of college students. *Qual Life Res.* 2020; 29(1): 127-139. doi: 10.1007/s11136-019-02298-3.
5. Núñez-Rocha, Georgina Mayela et al. Lifestyle, Quality of Life, and Health Promotion Needs in Mexican University Students: Important Differences by Sex and Academic Discipline. *International journal of environmental research and public health.* 2020; 17: 8024. doi:10.3390/ijerph17218024
6. Qiu Y., Yao M, Guo Y., Zhang X., Zhang S., Zhang Y., Huang Y., Zhang L. Health-Related Quality of Life of Medical Students in a Chinese University: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16(24): 5165. doi: 10.3390/ijerph16245165.
7. Solis A.C., Lotufo-Neto F. Predictors of quality of life in Brazilian medical students: a systematic review and meta-analysis. *Braz J Psychiatry.* 2019; 41(6): 556-567. doi:10.1590/1516-4446-2018-0116.
8. Gorbunov V.I., Vozzhennikova G.V., Isaeva I.N., Verushkina A.S. Assessment of indicators of the quality of life of students of a medical university. *Ulyanovsk medical and biological journal.* 2012; 1: 46-49.
9. Ionova T.I., Shevtsova O.G. Quality of life and health-preserving lifestyle factors of medical students. *Medicine and healthcare organization.* 2016; 1: 21-27.
10. Lukmanova A.I., Povargo E.A., Zulkarnaev T.R., Kazak A.A. Features of nutritional status and quality of life of students of the Bashkir State Medical University. *Public health and habitat.* 2018; 7 (304): 8-11.

11. Sokolova N.V., Popov V.I., Alferova S.I., Artyukhova I.G., Kvaratskhelia A.G. An integrated approach to the hygienic assessment of the quality of life of student youth. *Acta Biomedica Scientifica*. 2013; 3-2 (91): 130-134.
12. Vyacheslavovich K.V., Vladimirovich K.K. Self-assessment of the physical characteristics of the quality of life, morbidity, socio-economic status and academic performance among Russian and Chinese students of medical specialties in adjacent territories of the Far East. *Social aspects of population health*. 2020; 2 (66): 2-20.
13. Kuznetsov V.V., Kosilov K.V. The influence of the objective state and self-esteem of health on academic performance among senior students of medical and humanitarian specialties, taking into account various environmental factors. *Research and practice in medicine*. 2020; 3 (7): 108-118. <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2020-7-3-11>
14. Kuznetsov V.V., Kosilov K.V., Kostina E.Yu., Karashchuk E.V., Fedorishcheva E.K., Barabash O.A. Assessment of the cognitive functions of medical university students in the learning process, related to their state of health. *Research'n Practical Medicine Journal*. 2021; 1 (8): 85-96.
15. Nowak P.F., Božek A., Blukacz M., Physical Activity, Sedentary Behavior, and Quality of Life among University Students. *BioMed Research International*. 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9791281>.
16. Silva WRD, Campos JADB, Marôco J. Impact of inherent aspects of body image, eating behavior and perceived health competence on quality of life of university students. *PLoS One*. 2018; 13(6): e0199480. doi: 10.1371/journal.pone.0199480.
17. Snedden T.R., Scerpella J, Kliethermes S.A., Norman R.S., Blyholder L., Sanfilippo J., McGuine T.A., Heiderscheid B. Sport and Physical Activity Level Impacts Health-Related Quality of Life Among Collegiate Students. *Am J Health Promot*. 2019; 33(5): 675-682. doi: 10.1177/0890117118817715.
18. White H.M., Hoch J.M., Hoch M.C. Health-Related Quality of Life in University Dance Students. *Med Probl Perform Art*. 2018; 33(1): 14-19. doi: 10.21091/mppa.2018.1004.
19. Ware JE Jr, Sherbourne C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992; 30(6): 473-83.
20. Bokut E.L., Komarova O.N., Rasskazova A.L., Reshetnikova O.V. Self-cocept and locus of control attributes as components of personal potential. *Herald of Tver State University. Series: Pedagogy and psychology*. 2020; 4:6-16.

21. Zulkarnaev T.R., Lukmanova A.I., Povargo E.A., Zulkarnaeva A.T. The use of indicators of the quality of life of students of a medical university for the diagnosis of health disorders. *Occupational medicine and human ecology*. 2015; 4: 123-127.
22. Mikhailovich K.M., Ermakov S.S., Tretyakova N.V., Kraynik V.L., Romanova E.V. Physical activity as a factor in improving the quality of life of students. *Education and Science*. 2020; 5 (22): 150-168.
23. Sieńko-Awierianów E., Chudecka M. Risk of Injury in Physically Active Students: Associated Factors and Quality of Life Aspects. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(7): 2564. doi:10.3390/ijerph17072564.
24. Barradas S.C., Finck Barboza C., Sarmiento O.L. Differences between leisure-time physical activity, health-related quality of life and life satisfaction: Al Ritmo de las Comunidades, a natural experiment from Colombia. *Glob Health Promot*. 2019; 26(2): 5-14. doi: 10.1177/1757975917703303.
25. Egan K.P. Supporting Mental Health and Well-being Among Student-Athletes. *Clin Sports Med*. 2019; 38(4): 537-544. doi: 10.1016/j.csm.2019.05.003.
26. Lukanović B., Babić M., Katić S., Čerkez Zovko I., Martinac M., Pavlović M., Babić D. Mental Health and Self-Esteem of Active Athletes. *Psychiatr Danub*. 2020; 32(2): 236-243.

Поступила/Received: 26.08.2021

Принята в печать/Accepted: 02.12.2021