



RUSSIAN MONTHLY PEER-REVIEWED
SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL
**PUBLIC HEALTH AND
LIFE ENVIRONMENT**

MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

ISSN 2219-5238 (Print)
ISSN 2619-0788 (Online)

16+

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И СРЕДА ОБИТАНИЯ

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya – ZNiSO

Основан в 1993 г.

Established in 1993

№2

Том 32 · 2024

Vol. 32 · 2024

Журнал входит в рекомендованный Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (ВАК) Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Журнал зарегистрирован в каталоге периодических изданий Ulrich's Periodicals Directory, входит в коллекцию Национальной медицинской библиотеки (США).

Журнал представлен на платформах агрегаторов «eLIBRARY.RU», «КиберЛенинка», входит в коллекцию реферативно-аналитической базы данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), баз данных: Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, Scopus, PГБ, Dimensions, LENS.ORG, Google Scholar, VINITI RAN.

Москва • 2024

Здоровье населения и среда обитания –

Знано

Рецензируемый
научно-практический журнал
Том 32 № 2 2024

Выходит 12 раз в год
Основен в 1993 г.

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуни-
каций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПН № ФС 77-71110
от 22 сентября 2017 г. (печатное
издание)

Учредитель: Федеральное бюд-
жетное учреждение здравооо-
хранения «Федеральный центр
гигиены и эпидемиологии»
Федеральной службы по надзору
в сфере защиты прав потребите-
лей и благополучия человека

Цель: распространение основных
результатов научных исследова-
ний и практических достижений
в области гигиены, эпидемиоло-
гии, общественного здоровья
и здравоохранения, медицины
труда, социологии медицины,
медико-социальной экспертизы
и медико-социальной реабили-
тации на российском и междуна-
родном уровне.

Задачи журнала:

- Расширять свою издательскую
деятельность путем повышения
географического охвата публи-
куемых материалов (в том числе
с помощью большего вовлечения
представителей международного
научного сообщества).
- Неукоснительно следовать
принципам исследовательской
и издательской этики, беспри-
страстно оценивать и тщательно
отбирать публикации, для исклю-
чения неэтичных действий
или плагиата со стороны авторов,
нарушения общепринятых прин-
ципов проведения исследований.
- Обеспечить свободу контента,
редколлегии и редсовета
журнала от коммерческого,
финансового или иного давления,
дискредитирующего его беспри-
страстность или снижающего
доверие к нему.

Все рукописи подвергаются
рецензированию.
Всем статьям присваивается
индивидуальный код DOI (Crossref
DOI prefix: 10.35627).

Для публикации в журнале: ста-
тьи в электронном виде должны
быть отправлены через личный
кабинет автора на сайте
<https://znano.fcgie.ru/>

© ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора,
2024

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А.Ю. Попова
Д.м.н., проф., Заслуженный врач Российской Федерации; Руководитель Федеральной службы по надзору в
сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главный государственный санитарный врач
Российской Федерации; заведующий кафедрой организации санитарно-эпидемиологической службы
ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора Р.К. Фридман
К.м.н.; главный врач ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора Г.М. Трухина (научный редактор)
Д.м.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; руководитель отдела
микробиологических методов исследования окружающей среды института комплексных проблем
гигиены ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)

Ответственный секретарь Н.А. Горбачева
К.м.н.; заместитель заведующего учебно-издательским отделом ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора
(г. Москва, Российская Федерация)

В.Г. Акимкин д.м.н., проф., академик РАН, Заслуженный врач Российской Федерации; директор
ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора; заведующий кафедрой дезинфектологии
ФГАУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский
Университет) (г. Москва, Российская Федерация)

Е.В. Ануфриева д.м.н., доц.; заместитель директора по научной работе ГАУ ДПО «Уральский институт
(научный правления здравоохранением имени А.Б. Блохина»; главный детский внештатный
редактор) специалист по медицинской помощи в образовательных организациях Минздрава
России по Уральскому федеральному округу (г. Екатеринбург, Российская Федерация)

А.М. Большаков д.м.н., проф. (г. Москва, Российская Федерация)

Н.В. Зайцева д.м.н., проф., акад. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; научный
руководитель ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками
здоровья населения» Роспотребнадзора (г. Пермь, Российская Федерация)

О.Ю. Милушкина д.м.н., доц.; проректор по учебной работе, заведующий кафедрой гигиены педиатрического
факультета ФГАУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва,
Российская Федерация)

Н.В. Рудаков д.м.н., проф., акад. РАЕН; директор ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций»
Роспотребнадзора; заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии
ФГБОУ ВО «Омский ГМУ» Минздрава России (г. Омск, Российская Федерация)

О.Е. Троценко д.м.н.; директор ФБУН «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии
и микробиологии» Роспотребнадзора (г. Хабаровск, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

А.В. Алехнович д.м.н., проф.; заместитель начальника ФГБУ «Третий центральный военный клинический
госпиталь им. А.А. Вишневского» Минобороны России по исследовательской и научной
работе (г. Москва, Российская Федерация)

В.А. Алешкин д.б.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; научный руководитель
ФБУН «Московский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского»
Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)

С.В. Балаховов д.м.н., проф.; директор ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный
институт» Роспотребнадзора (г. Иркутск, Российская Федерация)

Н.А. Бокарева д.м.н., доц.; профессор кафедры гигиены педиатрического факультета ФГАУ ВО
«РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)

Е.Л. Борщук д.м.н., проф.; Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации; заведующий
кафедрой общественного здоровья и здравоохранения №1 ФГБОУ ВО «Оренбургский
государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Оренбург,
Российская Федерация)

Н.И. Брико д.м.н., проф., акад. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; директор
института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана, заведующий кафедрой эпидемиологии
и доказательной медицины ФГАУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава
России (Сеченовский Университет) (г. Москва, Российская Федерация)

В.Б. Гурвич д.м.н., Заслуженный врач Российской Федерации; научный руководитель ФБУН
«Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих
промпредприятий» Роспотребнадзора (г. Екатеринбург, Российская Федерация)

Т.К. Дзагурова д.м.н.; заведующий лабораторией геморрагических лихорадок ФГАНУ «ФНЦИРИП
им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита) (г. Москва, Российская Федерация)

С.Н. Киселев д.м.н., проф.; проректор по учебно-воспитательной работе, заведующий кафедрой
общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный
медицинский университет» Минздрава России (г. Хабаровск, Российская Федерация)

О.В. Клепиков д.б.н., проф.; профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный университет» (г. Воронеж, Российская Федерация)

В.Т. Комов д.б.н., проф.; заместитель директора по научной работе ФГБУН «Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН» (п. Борок, Ярославская обл., Российская Федерация)

Э.И. Коренберг д.б.н., проф., акад. РАЕН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; главный
научный сотрудник, заведующий лабораторией переносчиков инфекций ФГБУ «Научно-
исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава
России (г. Москва, Российская Федерация)

В.М. Корзун д.б.н.; старший научный сотрудник, заведующий зоолого-паразитологическим отделом
ФКУЗ «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени НИИ противочумный институт
Сибири и Дальнего Востока» Роспотребнадзора (г. Иркутск, Российская Федерация)

Е.А. Кузьмина К.м.н.; заместитель главного врача ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора (г. Москва,
Российская Федерация)

В.В. Кутырев д.м.н., проф., акад. РАН; директор ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противо-
чумный институт «Микроб» Роспотребнадзора (г. Саратов, Российская Федерация)

Н.А. Лебедева-Несевря д.социол.н., доц.; заведующий лабораторией методов анализа социальных
рисков ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками
здоровья населения» Роспотребнадзора (г. Пермь, Российская Федерация)

А.В. Мельцер д.м.н., доц.; проректор по развитию регионального здравоохранения и медико-профилат-
тическому направлению, заведующий кафедрой профилактической медицины и охраны
здоровья ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И.И. Мечникова» Минздрава России (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

А.Н. Покида к.социол.н.; директор Научно-исследовательского центра социально-политического
мониторинга Института общественных наук ФГБОУ ВО «Российская академия народного
хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»
(Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте
Российской Федерации) (г. Москва, Российская Федерация)

Н.В. Полунина	д.м.н., проф., акад. РАН; заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения имени академика Ю.П. Лисицына педиатрического факультета ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
Л.В. Прокопенко	д.м.н., проф.; заведующая лабораторией физических факторов отдела по изучению гигиенических проблем в медицине труда ФГБУН «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (г. Москва, Российская Федерация)
И.К. Романович	д.м.н., проф., акад. РАН; директор ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Роспотребнадзора (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
В.Ю. Семенов	д.м.н., проф.; заместитель директора по организационно-методической работе Института коронарной и сосудистой хирургии им. В.И. Бураковского ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
С.А. Судьин	д.социол.н., доц.; заведующий кафедрой общей социологии и социальной работы факультета социальных наук ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород, Российская Федерация)
А.В. Суров	д.б.н., членкор РАН; заместитель директора по науке, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией сравнительной этологии биокommunikации ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова» РАН (г. Москва, Российская Федерация)
В.А. Тутельян	д.м.н., проф., акад. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; научный руководитель ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»; член Президиума РАН, главный внештатный специалист – диетолог Минздрава России, заведующий кафедрой гигиены питания и токсикологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), эксперт ВОЗ по безопасности пищи (г. Москва, Российская Федерация)
Л.А. Хляп	к.б.н.; старший научный сотрудник ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова» РАН (ИПЭЗ РАН) (г. Москва, Российская Федерация)
В.П. Чашин	д.м.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; главный научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
А.Б. Шевелев	д.б.н.; главный научный сотрудник группы биотехнологии и геномного редактирования ИОГен РАН (г. Москва, Российская Федерация)
Д.А. Шпилев	д.социол.н., доц.; профессор кафедры криминологии Нижегородской академии МВД России, профессор кафедры общей социологии и социальной работы факультета социальных наук ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород, Российская Федерация)
М.Ю. Щелканов	д.б.н., доц., директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова» Роспотребнадзора, заведующий базовой кафедрой эпидемиологии, микробиологии и паразитологии с Международным научно-образовательным Центром биологической безопасности в Институте наук о жизни и биомедицины ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН (г. Владивосток, Российская Федерация)
В.О. Щепин	д.м.н., членкор РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; главный научный сотрудник, руководитель научного направления ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко» (г. Москва, Российская Федерация)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

М.К. Амрин	к.м.н., доц.; начальник отдела медицинских программ филиала Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Инфракос» Аэрокосмического комитета Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан (МЦРИАП РК) в городе Алматы (г. Алматы, Республика Казахстан)
К. Баждарич	доктор психологии; старший научный сотрудник кафедры медицинской информатики медицинского факультета Университета Риеки (г. Риека, Хорватия)
А.Т. Досмухаметов	к.м.н., руководитель Управления международного сотрудничества, менеджмента образовательных и научных программ Филиала «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологического экспертизы и мониторинга» (НПЦ СЭЭИМ) РГП на ПХВ «Национального Центра общественного здравоохранения» (НЦОЗ) Министерства здравоохранения Республики Казахстан (г. Алматы, Республика Казахстан)
В.С. Глушанко	д.м.н., заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения с курсом ФПК и ПК, профессор учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» Министерства здравоохранения Республики Беларусь (г. Витебск, Республика Беларусь)
М.А. оглы Казимов	д.м.н., проф.; заведующий кафедрой общей гигиены и экологии Азербайджанского медицинского университета (г. Баку, Азербайджан)
Ю.П. Курхинен	д.б.н., приглашенный учёный (программа исследований в области органической и эволюционной биологии), Хельсинкский университет, (Финляндия), ведущий научный сотрудник лаборатории ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем Института леса Карельского научно-исследовательского центра РАН (г. Петрозаводск, Российская Федерация)
С.И. Сычик	к.м.н., доц.; директор Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Беларусь)
И. Томассен	Sand. real. (аналит. химия), профессор Национального института гигиены труда (г. Осло, Норвегия); ведущий научный лаборатории арктического биомониторинга САФУ (г. Архангельск, Российская Федерация)
Ю.О. Удланд	доктор философии (мед.), профессор глобального здравоохранения, Норвежский университет естественных и технических наук (г. Тронхейм, Норвегия); ведущий научный сотрудник института экологии НИУ ВШЭ (г. Москва, Российская Федерация)
Г. Ханн	доктор философии (мед.), профессор; председатель общественной организации «Форум имени Р. Коха и И.И. Мечникова», почетный профессор медицинского университета Шарите (г. Берлин, Германия)
А.М. Цацakis	доктор философии (органическая химия), доктор наук (биофармакология), профессор, иностранный член Российской академии наук, полноправный член Всемирной академии наук, почетный член Федерации европейских токсикологов и европейских обществ токсикологии (Eurotox); заведующий кафедрой токсикологии и судебно-медицинской экспертизы Школы медицины Университета Крита и Университетской клиники Ираклиона (г. Ираклион, Греция)
Ф.-М. Чжан	д.м.н., заведующий кафедрой микробиологии, директор Китайско-российского института инфекции и иммунологии при Харбинском медицинском университете; вице-президент Хэйлунцзянской академии медицинских наук (г. Харбин, Китай)

Здоровье населения и среда обитания – ЗНКО

Рецензируемый
научно-практический журнал
Том 32 № 2 2024

Выходит 12 раз в год
Основен в 1993 г.

Все права защищены.
Перепечатка и любое воспроизведение материалов и иллюстраций в печатном или электронном виде из журнала ЗНКО допускается только с письменного разрешения учредителя и издателя – ФБУЗ ЦГГиЗ Роспотребнадзора.
При использовании материалов ссылка на журнал ЗНКО обязательна.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.
Ответственность за достоверность информации, содержащейся в рекламных материалах, несут рекламодатели.

Контакты редакции:
117105, Москва, Варшавское шоссе, д. 19А
E-mail: zniso@fcgie.ru
Тел.: +7 (495) 633-1817 доб. 240
факс: +7 (495) 954-0310
Сайт журнала: <https://zniso.fcgie.ru/>

Издатель:
ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское шоссе, д. 19А
E-mail: gsen@fcgie.ru
Тел.: +7 (495) 954-45-36
<https://fcgie.ru/>

Редактор Я.О. Кин
Переводчик О.Н. Лежнина
Верстка Е.В. Ломанова
Корректор Л.А. Зелексон

Журнал распространяется по подписке
Подписной индекс по каталогу агентства «Урал-Пресс» – 40682
Статьи доступны по адресу <https://www.elibrary.ru>
Подписка на электронную версию журнала: <https://www.elibrary.ru>

По вопросам размещения рекламы в номере обращаться: zniso@fcgie.ru, тел.: +7 (495) 633-1817

Опубликовано 29.02.2024
Формат издания 60x84/8
Печ. л. 10,75
Тираж 1000 экз.
Цена свободная

Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 7–86

Отпечатано в типографии
ФБУЗ ЦГГиЗ Роспотребнадзора,
117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 19А

© ФБУЗ ЦГГиЗ Роспотребнадзора, 2024

Zdorov'e Naseleniya
i Sreda Obitaniya –
ZNiSO

Public Health and Life
Environment – *PH&LE*

Russian monthly peer-reviewed
scientific and practical journal

Volume 32, Issue 2, 2024

Established in 1993

The journal is registered by the
Federal Service for Supervision
in the Sphere of Telecom,
Information Technologies and Mass
Communications (Roskomnadzor).
Certificate of Mass Media
Registration
PI No. FS 77-71110 of September
22, 2017 (print edition)

Founder: Federal Center for
Hygiene and Epidemiology, Federal
Budgetary Health Institution
of the Federal Service for
Surveillance on Consumer Rights
Protection and Human Wellbeing
(Rospotrebnadzor)

The purpose of the journal is to
publish main results of scientific
research and practical achievements
in hygiene, epidemiology, public
health and health care, occupational
medicine, sociology of medicine,
medical and social expertise, and
medical and social rehabilitation
at the national and international
levels.

The main objectives of the journal are:
✦ to broaden its publishing
activities by expanding the
geographical coverage of
published data (including a greater
involvement of representatives
of the international scientific
community;
✦ to strictly follow the principles of
research and publishing ethics, to
impartially evaluate and carefully
select manuscripts in order to
eliminate unethical research
practices and behavior of authors
and to avoid plagiarism; and
✦ to ensure the freedom of the
content, editorial board and
editorial council of the journal
from commercial, financial or
other pressure that discredits
its impartiality or undermines
confidence in it.

All manuscripts are peer reviewed.
All articles are assigned digital
object identifiers (Crossref DOI
prefix: 10.35627)

Electronic manuscript submission at
<https://zniso.fcgi.ru>

© FBHI Federal Center for
Hygiene and Epidemiology of
Rospotrebnadzor, 2024

EDITORIAL BOARD

Anna Yu. Popova, Editor-in-Chief Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation; Head of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Head of the Department for Organization of Sanitary and Epidemiological Service, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation	
Vasily Yu. Ananyev, Deputy Editor-in-Chief Cand. Sci. (Med.); Senior Lecturer of the Department for Organization of Sanitary and Epidemiological Service, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation	
Galina M. Trukhina, Deputy Editor-in-Chief (Scientific Editor) Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation; Head of the Department of Microbiological Methods of Environmental Research, Institute of Complex Problems of Hygiene, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Moscow, Russian Federation	
Nataliya A. Gorbacheva, Executive Secretary Cand. Sci. (Med.); Deputy Head of the Department for Educational and Editorial Activities, Federal Center for Hygiene and Epidemiology, Moscow, Russian Federation	
Vasily G. Akimkin	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation; Director of the Central Research Institute of Epidemiology; Head of the Department of Disinfectology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation
Elena V. Anufrieva (Scientific Editor)	Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Deputy Director for Research, A.B. Blokhin Ural Institute of Health Care Management; Chief Freelance Specialist in Medical Care in Educational Institutions of the Russian Ministry of Health in the Ural Federal District, Yekaterinburg, Russian Federation
Alexey M. Bolshakov	Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russian Federation
Nina V. Zaitseva	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Scientific Director of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation
Olga Yu. Milushkina	Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Vice-Rector for Academic Affairs, Head of the Department of Hygiene, Faculty of Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
Nikolai V. Rudakov	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences; Director of the Omsk Research Institute of Natural Focal Infections; Head of the Department of Microbiology, Virology and Immunology, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation
Olga E. Trotsenko	Dr. Sci. (Med.), Director of the Khabarovsk Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russian Federation

EDITORIAL COUNCIL

Vladimir A. Aleshkin	Dr. Sci. (Biol.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation; Scientific Director of Gabrichesky Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation
Alexander V. Alekhnovich	Dr. Sci. (Med.), Professor; Deputy Head for Research and Scientific Work, Vishnevsky Third Central Military Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation
Sergey A. Balakhonov	Dr. Sci. (Med.), Professor; Director of Irkutsk Anti-Plague Research Institute, Irkutsk, Russian Federation
Natalia A. Bokareva	Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Professor of the Department of Hygiene, Faculty of Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
Evgeniy L. Borshchuk	Dr. Sci. (Med.), Professor; Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation. Head of the First Department of Public Health and Health Care, Orenburg State Medical University, Orenburg, Russian Federation
Nikolai I. Briko	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Director of F.F. Erisman Institute of Public Health; Head of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation
Vladimir B. Gurvich	Dr. Sci. (Med.), Honored Doctor of the Russian Federation; Scientific Director, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, Russian Federation
Tamara K. Dzagurova	Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Hemorrhagic Fevers, Chumakov Federal Scientific Center for Research and Development of Immunobiological Preparations (Institut of Polyomielitis), Moscow, Russian Federation
Sergey N. Kiselev	Dr. Sci. (Med.), Professor; Vice-Rector for Education, Head of the Department of Public Health and Health Care, Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation
Oleg V. Klepikov	Dr. Sci. (Biol.), Professor; Professor of the Department of Geoeology and Environmental Monitoring Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation
Victor T. Komov	Dr. Sci. (Biol.), Professor; Deputy Director for Research, I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Borok, Yaroslavl Region, Russian Federation
Eduard I. Korenberg	Dr. Sci. (Biol.), Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Chief Researcher, Head of the Laboratory of Disease Vectors, Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation
Vladimir M. Korzun	Dr. Sci. (Biol.); Senior Researcher, Head of the Zoological and Parasitological Department, Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and the Far East, Irkutsk, Russian Federation
Elena A. Kuzmina	Cand. Sci. (Med.); Deputy Head Doctor, Federal Center for Hygiene and Epidemiology, Moscow, Russian Federation
Vladimir V. Kutyrev	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Director of the Russian Anti-Plague Research Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation
Natalia A. Lebedeva-Neseyra	Dr. Sci. (Sociol.), Assoc. Prof.; Head of the Laboratory of Social Risk Analysis Methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation

Alexander V. Meltser	Dr. Sci. (Med.), Professor; Vice-Rector for Development of Regional Health Care and Preventive Medicine, Head of the Department of Preventive Medicine and Health Protection, I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation
Andrei N. Pokida	Cand. Sci. (Sociol.), Director of the Research Center for Socio-Political Monitoring, Institute of Social Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation
Natalia V. Polunina	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Head of Yu.P. Lisitsyn Department of Public Health and Health Care, Pediatric Faculty, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
Lyudmila V. Prokopenko	Dr. Sci. (Med.), Professor; Chief Researcher, Department for the Study of Hygienic Problems in Occupational Health, N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russian Federation
Ivan K. Romanovich	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Director of St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after Professor P.V. Ramzaev, Saint Petersburg, Russian Federation
Vladimir Yu. Semenov	Dr. Sci. (Med.), Professor; Deputy Director for Organizational and Methodological Work, V.I. Burakovskiy Institute of Cardiac Surgery, A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation
Sergey A. Sudyin	Dr. Sci. (Sociol.); Head of the Department of General Sociology and Social Work, Faculty of Social Sciences, National Research Lobachevsky State University, Nizhny Novgorod, Russian Federation
Alexey V. Surov	Dr. Sci. (Biol.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Deputy Director for Science, Chief Researcher, Head of the Laboratory for Comparative Ethology of Biocommunication, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow, Russian Federation
Victor A. Tutelyan	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Scientific Director of the Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation
Liudmila A. Khlyap	Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Institute of Ecology and Evolution named after A.N. Severtsov of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
Valery P. Chashchin	Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation; Chief Researcher, Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, Russian Federation
Alexey B. Shevelev	Dr. Sci. (Biol.), Chief Researcher, Biotechnology and Genomic Editing Group, N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Moscow, Russian Federation
Dmitry A. Shpilev	Dr. Sci. (Sociol.), Assoc. Prof.; Professor of the Department of General Sociology and Social Work, Faculty of Social Sciences, N.I. Lobachevsky National Research State University, Nizhny Novgorod, Russian Federation
Mikhail Yu. Shchelkanov	Dr. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.; Director of G.P. Somov Institute of Epidemiology and Microbiology, Head of the Basic Department of Epidemiology, Microbiology and Parasitology with the International Research and Educational Center for Biological Safety, School of Life Sciences and Biomedicine, Far Eastern Federal University; Head of the Virology Laboratory, Federal Research Center for East Asia Terrestrial Biota Biodiversity, Vladivostok, Russian Federation
Vladimir O. Shchepin	Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Chief Researcher, Head of Research Direction, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, Russian Federation

FOREIGN EDITORIAL COUNCIL

Meiram K. Amrin	Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Head of the Department of Medical Programs, Branch Office of RSE "Infrakos" of the Aerospace Committee, Ministry of Digital Development, Innovation and Aerospace Industry of the Republic of Kazakhstan, in Almaty, Almaty, Republic of Kazakhstan
Ksenia Bazhdarich	PhD, Senior Researcher, Medical Informatics Department, Faculty of Medicine, University of Rijeka, Rijeka, Croatia
Askhat T. Dosmukhametov	Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of International Cooperation, Management of Educational and Research Programs, Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring, National Center of Public Health Care of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
Vasily S. Glushanko	Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Public Health and Health Care with the course of the Faculty of Advanced Training and Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University of the Ministry of Health of the Republic of Belarus, Vitebsk, Republic of Belarus
Mirza A. Kazimov	Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Health and Environment, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan
Juri P. Kurhinen	Dr. Sci. (Biol.), Visiting Scientist, Research Program in Organismal and Evolutionary Biology, University of Helsinki, Finland; Leading Researcher, Laboratory of Landscape Ecology and Protection of Forest Ecosystems, Forest Institute, Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation
Yngvar Thomassen	Candidatus realium (Chem.), Senior Advisor, National Institute of Occupational Health, Oslo, Norway; Leading Scientist, Arctic Biomonitoring Laboratory, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation
Aristidis Michael Tsatsakis	PhD (Org-Chem), DSc (Biol-Pharm), Professor, Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Full Member of the World Academy of Sciences, Honorary Member of EUROTOX; Director of the Department of Toxicology and Forensic Science, School of Medicine, University of Crete and the University Hospital of Heraklion, Heraklion, Greece
Sergey I. Sychik	Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Director of the Republican Scientific and Practical Center for Hygiene, Minsk, Republic of Belarus
Jon Øyvind Odland	MD, PhD, Professor of Global Health, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norway; Chair of AMAP Human Health Assessment Group, Tromsø University, Tromsø, Norway
Helmuth Hahn	MD, PhD, Professor, President of the R. Koch Medical Society, Berlin, Germany
Feng-Min Zhang	Dr. Sci. (Med.), Chairman of the Department of Microbiology, Director of the China-Russia Institute of Infection and Immunology, Harbin Medical University; Vice President of Heilongjiang Academy of Medical Sciences, Harbin, China

Zdorov'e Naseleniya
i Sreda Obitalaniya –
ZNiSO

Public Health and Life
Environment – *PH&LE*

Russian monthly peer-reviewed
scientific and practical journal

Volume 32, Issue 2, 2024

Established in 1993

All rights reserved. Reprinting and any reproduction of materials and illustrations in printed or electronic form is allowed only with the written permission of the founder and publisher – FBHI Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. A reference to the journal is required when quoting.

Editorial opinion may not coincide with the opinion of the authors. Advertisers are solely responsible for the contents of advertising materials.

Editorial Contacts:
Public Health and Life Environment
FBHI Federal Center for Hygiene
and Epidemiology
19A Varshavskoe Shosse, Moscow,
117105, Russian Federation
E-mail: zniso@fcgie.ru
Tel.: +7 495 633-1817 Ext. 240
Fax: + 7 495 954-0310
Website: <https://zniso.fcgie.ru/>

Publisher:
FBHI Federal Center for Hygiene
and Epidemiology
19A Varshavskoe Shosse, Moscow,
117105, Russian Federation
E-mail: gsen@fcgie.ru
Tel.: +7 495 954-4536
Website: <https://fcgie.ru/>

Editor Yaroslava O. Kin
Interpreter Olga N. Lezhnina
Layout Elena V. Lomanova
Proofreader Lev A. Zelekson

The journal is distributed by
subscription.
"Ural-Press" Agency Catalog
subscription index – 40682
Articles are available at <https://www.elibrary.ru>
Subscription to the electronic
version of the journal at <https://www.elibrary.ru>
For advertising in the journal,
please write to zniso@fcgie.ru.

Published: February 29, 2024
Publication format: 60x84/8
Printed sheets: 10.75
Circulation: 1,000 copies
Free price

Zdorov'e Naseleniya i Sreda
Obitalaniya. 2024;32(2):7–86.

Published at the Printing House of
the Federal Center for Hygiene and
Epidemiology, 19A Varshavskoe
Shosse, Moscow, 117105

© FBHI Federal Center for
Hygiene and Epidemiology of
Rospotrebnadzor, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОЙ ГИГИЕНЫ

Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В., Зудин А.Б., Васюнина А.Е., Васильев М.Д., Ротов В.М. Методический подход к составлению классификатора вызовов общественному здоровью 7

СОЦИОЛОГИЯ МЕДИЦИНЫ

Барг А.О., Сирковская Т.В. Пандемия и питание: анализ пищевого поведения россиян в контексте здоровьесбережения 18

Золотарева А.А. Соматические симптомы и поведение, связанное с риском для здоровья, в среде российской молодежи: уроки пандемии COVID-19 26

КОММУНАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

Нурисламова Т.В., Карнажицкая Т.Д., Старчикова М.О., Терентьев Г.И., Поспелова А.А. Методические подходы к определению антибиотиков в воде на уровне гигиенических нормативов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / масс-спектрометрии 32

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Башкина О.А., Богданьянц М.В., Ерачина С.А., Сангина Е.Г. Многолетние тенденции общей заболеваемости детей в связи с региональной экологической обстановкой в Астраханской области 42

Штина И.Е., Болтачева А.Н., Валина С.Л., Устинова О.Ю. Особенности показателей спирографического исследования у невакцинированных школьников с наличием специфического иммунитета к SARS-CoV-2 ... 52

МЕДИЦИНА ТРУДА

Валеева Э.Т., Галимова Р.Р., Дистанова А.А., Шастин А.С., Сaitова А.Ф. Факторы производственной среды и оценка риска развития профессиональных заболеваний у работников автомобилестроения 58

Бугаева М.С., Бондарев О.И., Казичкая А.С., Михайлова Н.Н. Патогенетические основы системных морфологических проявлений пневмокониоза угольщика (обзор) 66

ГИГИЕНА ТРУДА

Гиззатуллина О.И., Чemezov А.И. К вопросу о базах данных белковых биомаркеров воздействия вредных факторов окружающей среды на организм человека (обзор литературы) 75

Знаменательные и юбилейные даты истории медицины 2024 года 82

CONTENTS

ISSUES OF MANAGEMENT AND PUBLIC HEALTH

Vasileva T.P., Larionov A.V., Russkikh S.V., Zudin A.B., Vasyunina A.E., Vasiliev M.D., Rotov V.M. Methodological approach to compiling a classifier of public health challenges 7

MEDICAL SOCIOLOGY

Barg A.O., Sirkovskaya T.V. Pandemic and nutrition: Analysis of eating behavior of Russians in the context of health maintenance 18

Zolotareva A.A. Somatic symptoms and health risk behavior in Russian youth: Lessons learned from the COVID-19 pandemic 26

COMMUNAL HYGIENE

Nurislamova T.V., Karnazhitskaya T.D., Starchikova M.O., Terentyev G.I., Pospelova A.A. Methodological approaches to determination of antibiotics in water at the level of hygienic standards using high-performance liquid chromatography-mass spectrometry 32

PEDIATRIC HYGIENE

Bashkina O.A., Bogdanyants M.V., Erachina S.A., Sangina E.G. Long-term prevalence trends in children in relation to environmental issues in the Astrakhan Region 42

Shtina I.E., Boltacheva A.N., Valina S.L., Ustinova O.Yu. Characteristics of spirometry indicators in unvaccinated schoolchildren with specific immunity to SARS-CoV-2 52

OCCUPATIONAL MEDICINE

Valeeva E.T., Galimova R.R., Distanova A.A., Shastin A.S., Saitova A.F. Workplace hazards and occupational risk assessment for automotive industry workers 58

Bugaeva M.S., Bondarev O.I., Kazitskaya A.S., Mikhailova N.N. Pathogenetic bases of systemic morphological manifestations of coal worker's pneumoconiosis: A review 66

OCCUPATIONAL HEALTH

Gizatullina O.I., Chemezov A.I. On the databases of protein biomarkers of human exposure to environmental hazards: A literature review 75

Significant and anniversary dates in the history of medicine in 2024 82



Методический подход к составлению классификатора вызовов общественному здоровью

Т.П. Васильева¹, А.В. Ларионов^{1,2}, С.В. Русских^{1,2}, А.Б. Зудин¹, А.Е. Васюнина¹, М.Д. Васильев¹, В.М. Ротов¹

¹ ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко», ул. Воронцово Поле, д. 12, стр. 1, г. Москва, 105064, Российская Федерация

² НИУ «Высшая школа экономики», Мясницкая ул., д. 20, г. Москва, 101000, Российская Федерация

Резюме

Введение. Динамика социально-экономического развития общества и возникновение масштабных труднопрогнозируемых событий определяют потребность создания классификатора вызовов общественному здоровью.

Целью исследования является разработка методического подхода к созданию классификатора вызовов общественному здоровью.

Материалы и методы. На основе систематизации положений стандарта ГОСТ Р ИСО 31000-2019, рекомендаций ВОЗ “The urban health index: A handbook for its calculation and use” раскрывается методический подход к созданию классификатора вызовов общественному здоровью. Использование указанных стандарта и рекомендаций обосновывается тем, что вызовы общественному здоровью фактически влекут за собой риски недостижения стратегических ориентиров сохранения и увеличения общественного здоровья. Проведено обобщение результатов 36 научных публикаций за период 2002–2023 гг. Выбор статей осуществлялся посредством поисковых систем (PubMed, SCOPUS и eLibrary.ru) по ключевым словам: риск, вызовы общественному здоровью, катастрофы. Для отбора индикаторов дифференциации вызовов использовался метод экспертных оценок. Отбор экспертов осуществлен из числа специалистов общественного здоровья по разработанным критериям с оценкой согласованности мнений экспертов с использованием коэффициента конкордации. Примеры вызовов общественному здоровью рассматриваются на основе материалов МЧС России о чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации.

Результаты. Классификатор вызовов общественному здоровью предполагает отнесение вызовов к определенной категории в зависимости от уровня реализации, а также ожидаемой тяжести последствий. Классификация по уровням реализации включает федеральный, региональный и муниципальный уровни, по степени ожидаемой тяжести последствий предполагает выделение трех категорий: высокие ожидаемые негативные последствия, средние ожидаемые негативные последствия, низкие ожидаемые негативные последствия. Подобная классификация учитывает разделение полномочий между органами власти различных уровней для обеспечения возможности последующего применения инструментов воздействия.

Заключение. Методический подход, заключающийся в учете ключевых характеристик вызовов общественному здоровью, а также корректная классификация вызовов и своевременное использование инструментов воздействия позволит обеспечить сохранение общественного здоровья Российской Федерации на федеральном, региональном и местном уровнях.

Ключевые слова: общественное здоровье, качество общественного здоровья, медико-социальный ресурс, вызов общественному здоровью, риски общественного здоровья, показатели общественного здоровья.

Для цитирования: Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В., Зудин А.Б., Васюнина А.Е., Васильев М.Д., Ротов В.М. Методический подход к составлению классификатора вызовов общественному здоровью // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 7–17. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-7-17

Methodological Approach to Compiling a Classifier of Public Health Challenges

Tatyana P. Vasilieva,¹ Alexander V. Larionov,^{1,2} Sergey V. Russkikh,^{1,2} Alexandr B. Zudin,¹

Anna E. Vasyunina,¹ Mikhail D. Vasiliev,¹ Valentin M. Rotov¹

¹ N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, Bldg 1, 12 Vorontsovo Pole Street, Moscow, 105064, Russian Federation

² National Research University “Higher School of Economics”, 20 Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation

Summary

Introduction: The dynamics of socio-economic development of the society and emergence of unpredictable large-scale events determine the necessity of creating a classifier of public health challenges.

The purpose of the study is to develop a methodological approach to compiling a public health challenge classifier.

Materials and methods: We elaborate on our methodological approach to creating a classifier of public health challenges developed through systematization of provisions of GOST R ISO 31000-2019 and “The urban health index: A handbook for its calculation and use” by the World Health Organization. The use of these documents as a basis is justified by the fact that public health challenges entail risks of not achieving strategic targets for maintaining and improving public health. We reviewed 36 scientific papers published in 2002–2023 and found in PubMed, SCOPUS, and eLibrary.ru using the following keywords: risk, public health challenges, and disasters. The method of expert assessments was applied to select indicators of challenge differentiation. Experts were chosen from among public health professionals given established criteria and their opinions were then evaluated for consistency using the coefficient of concordance. The examples of public health challenges were considered based on the reports of the Russian Ministry of Emergency Situations.

Results: The classifier of public health challenges implies assignment of challenges to a certain category depending on the level of implementation (occurrence), as well as the expected graveness of consequences. Classification by the level of implementation includes federal, regional, and municipal levels while that by the severity of consequences – high, moderate, and low categories of expected negative consequences. Such classification takes into account the division of powers between the authorities of different levels to ensure feasibility and effectiveness of subsequent application of response tools.

Conclusion: The methodological approach considering key characteristics of public health challenges, correct classification of the latter, and timely use of emergency response tools will ensure public health maintenance in the Russian Federation on the federal, regional, and local levels.

Keywords: public health, public health quality, sociomedical resource, public health challenge, public health risks, public health indicators.

Cite as: Vasilieva TP, Larionov AV, Russkikh SV, Zudin AB, Vasyunina AE, Vasiliev MD, Rotov VM. Methodological approach to compiling a classifier of public health challenges. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):7–17. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-7-17

Введение. Динамика социально-экономического развития общества и возникновение масштабных труднопрогнозируемых событий определяют потребность создания классификатора вызовов общественному здоровью. Под вызовами общественному здоровью понимаются труднопрогнозируемые события, способные оказать существенное негативное воздействие на общественное здоровье. Аналогом вызова общественному здоровью являются «черные лебеди»¹, выступающие нециклическими масштабными событиями, оказывающими существенное воздействие на социально-экономическое развитие [1]. Примером масштабного эпидемиологического вызова общественному здоровью, в частности, является пандемия COVID-19 [2], природного вызова – пожары [3], наводнения [4], техногенного характера – крупные аварии на производствах [5]. Подобные события возникают регулярно, однако из-за сложности прогнозирования факта их появления, направленности воздействия они несут существенную опасность для общественного здоровья Российской Федерации [6]. Распространенность вызовов определяет необходимость разработки типовых подходов к их классификации [7].

В соответствии с Указом Президента РФ от 02.07.2021 № 400² социально-экономическая политика Российской Федерации направлена на «создание условий для укрепления здоровья граждан, увеличение продолжительности жизни, снижение смертности». С учетом необходимости реализации данного направления необходимо разработать систему регулирования, позволяющую на ранней стадии противодействовать вызовам общественному здоровью, а также обеспечить сохранение общественного здоровья на протяжении всего вызова. Вызовы имеют негативное воздействие на общественное здоровье из-за того, что их возникновение достаточно трудно спрогнозировать; указанное, в свою очередь, снижает вероятность своевременного применения соответствующих инструментов воздействия.

В конечном счете существует опасность наложения различных вызовов друг на друга, а также возникновения цепной реакции, связанной с возникновением новых вызовов, выступающих следствием предыдущих [8]. К примеру, в 2020–2021 гг. наблюдалась нехватка медицинского персонала, что стало одной из причин усиления значимости эпидемиологического вызова – пандемии COVID-19 [9]. В целом пандемия оказала многоплановое воздействие на систему здравоохранения, что требует детального исследования [10]. Распространенность и уникальность каждого вызова создает дополнительные риски в части достижения целей укрепления общественного здоровья, что мы можем наблюдать на примере влияния пандемии на показатель ожидаемой продолжительности жизни [11]. Кроме того,

вероятны вызовы, характерные для определенных регионов [12]. Создание классификатора вызовов позволит стандартизировать процесс противодействия вызовам общественному здоровью.

Целью исследования является разработка методического подхода к созданию классификатора вызовов общественному здоровью.

Материалы и методы. На основе систематизации положений стандарта ГОСТ Р ИСО 31000-2019³, рекомендаций Всемирной организации здравоохранения “The urban health index: a handbook for its calculation and use”⁴ раскрывается методический подход к созданию классификатора вызовов общественному здоровью. Использование указанных стандарта и рекомендаций обосновывается тем, что вызовы общественному здоровью фактически влекут за собой риски недостижения стратегических ориентиров сохранения и увеличения общественного здоровья.

Для раскрытия методического подхода к составлению классификатора вызовов общественному здоровью проведено обобщение результатов 36 научных публикаций за период с 2002 по 2023 год. Выбор статей осуществлялся, в частности, посредством поисковых систем (PubMed, SCOPUS и eLibrary.ru) по следующим ключевым словам: риск, вызовы общественному здоровью, катастрофы. На первом этапе было отобрано 95 исследований, которые были проанализированы на предмет наличия уникальной информации о вызовах общественному здоровью, их классификации, оценки масштабы реализации. Исследования, которые не содержали необходимую информацию, в том числе уникальные характеристики вызовов общественному здоровью, были исключены из анализа. Под уникальными характеристиками понимаются: длительность возникновения вызова, масштабность вызова, интенсивность вызова и эффективность применения существующих методов государственного противодействия вызовам общественному здоровью. На втором этапе использовано 36 исследований, результаты анализа которых легли в основу подхода по составлению классификатора вызовов общественному здоровью. Для отбора индикаторов дифференциации вызовов использовался метод экспертных оценок. Отбор экспертов осуществлен из числа специалистов общественного здоровья по разработанным критериям с оценкой согласованности мнений экспертов с использованием коэффициента конкордации. Примеры вызовов общественному здоровью рассматриваются на основе материалов МЧС России о чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации, представленных в Государственном докладе о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Методический подход к составлению

¹ Талеб Н. (2013). Черный лебедь. Россия: Азбука-Аттикус.

² Указ Президента РФ от 02.07.2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/ (дата обращения: 14.02.2024).

³ ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство. Москва : Стандартинформ, 2020. 19 с.

⁴ The Urban Health Index: A Handbook for its Calculation and Use. World Health Organization Press; 2014. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241507806>

классификатора вызовов общественному здоровью позволит улучшить мониторинг общественного здоровья, результаты настоящего исследования были использованы в подготовке программы для ЭВМ и оформления патента на интеллектуальную собственность [13].

Ограничения исследования. Методические подходы к составлению классификатора вызовов общественному здоровью составлены на основе изучения всех вызовов обществу на территории Российской Федерации на федеральном, региональном и муниципальном уровнях в период с 2012 по 2022 г.

Результаты. Вызовы общественному здоровью выступают трудно прогнозируемыми событиями [14], способными оказать существенное негативное воздействие на состояние общественного здоровья [15]. Система управления общественным здоровьем должна учитывать существование различных периодов: период устойчивого развития, предкризисный и кризисный периоды [16]. В периоды устойчивого развития необходимо обеспечить управление рисками возникновения вызовов, а также рост общественного здоровья [17]. В предкризисный и кризисный периоды необходимо достигать цели в части сохранения общественного здоровья в ситуации фактической реализации вызова [18]. Создаваемый классификатор вызовов общественному здоровью должен быть применим для различных состояний внешней среды.

Классификация вызовов общественному здоровью целесообразна с учетом двух ключевых характеристик: уровня реализации вызова и ожидаемой тяжести последствий.

Уровень реализации вызова. Учет уровня реализации вызова предполагает классифицировать вызовы на три уровня: федеральный, региональный и муниципальный (табл. 1). Подобное распределение вызовов общественному здоровью по уровням целесообразно с учетом разделения полномочий органов власти между федеральным, региональным и муниципальными уровнями [19]. Каждый уровень

власти обладает собственными полномочиями, в том числе в части противодействия вызовам общественному здоровью [20]. В случае отсутствия необходимых ресурсов или полномочий противодействие вызовам обеспечивается органами власти более высокого уровня [21].

Необходимо отметить, что в случае бесконтрольного распространения вызова возможна трансформация вызова с муниципального на региональный уровень, с регионального на федеральный уровень, и наоборот [25]. Соответственно, помимо учета уровня вызова необходимо также оценивать ожидаемую тяжесть последствий от реализации вызова, позволяющую определить уровень его опасности для общественного здоровья.

Ожидаемая тяжесть последствий вызова. После классификации вызовов с учетом уровня необходимо определить их значимость. С учетом рекомендаций стандарта ГОСТ Р ИСО 31000-2019⁵ оценка значимости вызова общественному здоровью возможна посредством учета двух ключевых характеристик: вероятности возникновения и тяжести последствия. Вероятность возникновения учитывает возможную периодичность реализации вызова. К примеру, падение Челябинского метеорита оказало негативное воздействие на общественное здоровье жителей региона, однако вероятность повторного возникновения указанного события достаточно мала [26], тогда как крупные землетрясения сопровождаются афтершоками [27]. Вероятность наступления вызова также изменяется во времени, что подтверждается статистикой МЧС России в части возникновения чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного характера (рис. 1) и существующими исследованиями⁶.

Тяжесть последствий учитывает размер вреда общественному здоровью. Примером вызова, обладающего значительной тяжестью последствий, являются различные заболевания (к примеру, малярия, количество выявленных случаев при которой в 2021 г. составило 96) или крупные техногенные катастрофы [28]. Тяжесть последствий

Таблица 1. Классификация вызова в зависимости от уровня реализации
Table 1. Public health challenge classification by the level of implementation

Уровень вызова / Challenge level	Характеристика / Description
Федеральный / Federal	Оказывает воздействие на общественное здоровье страны в целом. Примером вызова федерального уровня, угрожающего общественному здоровью, является мировой финансовый кризис 2008 г. [22] / It has an impact on public health of the country as a whole. An example of the federal public health challenge is the 2008 global financial crisis
Региональный / Regional	Оказывает воздействие на общественное здоровье региона. Примером вызова регионального уровня являются природные пожары в различных регионах [23] / It has an impact on public health of a region. An example of the regional challenge is wildfires
Муниципальный / Municipal	Оказывает воздействие на общественное здоровье муниципалитета. Примером вызова муниципального уровня является наводнение 2014 г. в Чарышском районе Алтайского края [24] / It has an impact on public health of a municipality. An example of the municipal challenge is the 2014 flood in the Charyshsky district of the Altai Krai

Источник: составлена авторами исследования.

Source: Compiled by the authors.

⁵ Стандарт ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство». Москва : Стандартинформ, 2020. 19 с.

⁶ Чибилев А.А., Веселкин Д.В., Куянцева Н.Б., Чащина О.Е., Дубинин А.Е. Динамика лесных пожаров и климата Ильменского заповедника в 1948–2013 гг. // Доклады Академии наук. 2016. Т. 468. № 5. С. 575. doi: 10.7868/S0869565216170187

для общественного здоровья предполагает учет следующих ключевых характеристик.

1. Характеристика «Длительность вызова» определяет период, в течение которого действует вызов. К примеру, длительность вызовов природного или техногенного характера может составлять короткий период времени, как, например, авария на производстве [29], в то время как пандемия COVID-19 продолжалась более трех лет.

2. Характеристика «Масштабность вызова» отражает степень охвата территории, на которой происходит ухудшение общественного здоровья. Вызов общественному здоровью может носить как системный [30], так и локальный характер [31].

3. Характеристика «Интенсивность вызова» демонстрирует размер вреда для общественного здоровья. Интенсивность вызовов может различаться в зависимости от категории вызова (рис. 2). Категория вызова включает события, схожие по определенным признакам. Примером категории вызова выступают типы ЧС, включая техногенные, природные, биолого-социальные. По сути, данная характеристика отражает глубину потерь в величине общественного здоровья, т. к. она отражает негативное воздействие на возможность выполнения человеком социальной функции. Оценка тяжести последствий предполагает в том числе учет потерь количества населения, выполняющего определенную социальную функцию [32].

4. Характеристика «Эффективность применения существующих методов государственного противодействия вызову общественному здоровью» отражает эффективность и результативность существующих мер государственного воздействия для противодействия возможным вызовам. Необходимо понимать, что существующие инструменты государственного управления не всегда в полной мере позволяют осуществлять противодействие вызовам общественному здоровью. К примеру, обеспечить противодействие цунами достаточно проблематично [33].

Подходы к оценке ожидаемой тяжести последствий. Для комплексного учета вероятности реализации вызова и размера тяжести последствий целесообразно рассчитывать ожидаемую тяжесть последствий, включающую как вероятность наступления вызова, так и учет негативного влияния от его реализации. В основу расчета ожидаемой тяжести последствий вызова может лечь подход по расчету индекса общественного здоровья [34]. Ключевым преимуществом данного подхода выступает относительная простота его реализации.

Вместе с тем возникает закономерный вопрос о подходах к оценке вероятности и тяжести последствий вызова. С учетом того что вызов является трудно прогнозируемым состоянием, применение количественных методов анализа не всегда возможно. В случае если накоплен значительный массив данных по показателям, возможна количественная оценка

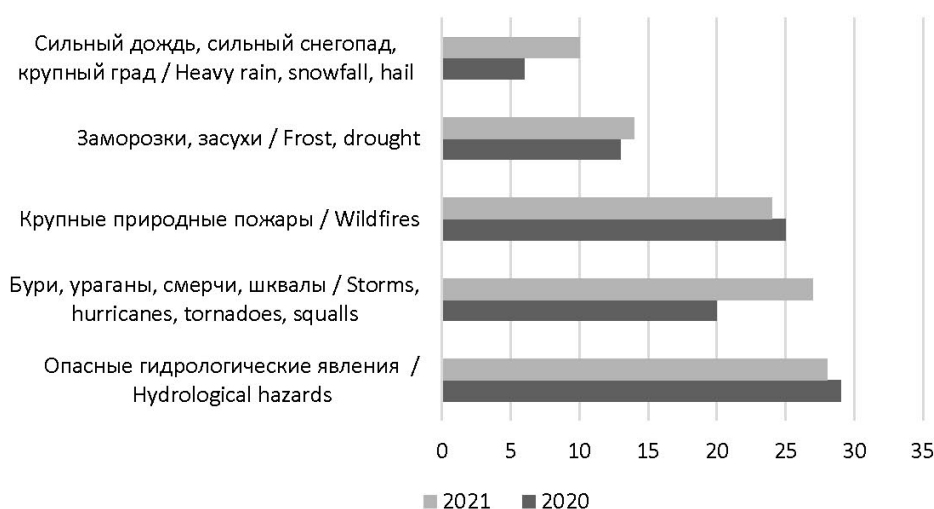


Рис. 1. Количество ЧС природного характера в 2020–2021 гг. (абсолютное значение событий)

Fig. 1. The number of natural disasters in 2020–2021

Источник: составлен авторами исследования на основе Государственного доклада о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году⁷, МЧС России, 2022⁸.

Source: The figure was drawn by the authors based on the State Report on Protection of the Population and Territory of the Russian Federation from Natural and Man-Made Emergencies in 2021, EMERCOM of Russia, 2022.

⁷ Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году». Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. 2022. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2021-god>

⁸ Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году». Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. 2023. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god>



Рис. 2. Количество пострадавших в зависимости от типа ЧС (человек)

Fig. 2. The number of injured by emergency type

Источник: составлен авторами исследования на основе Государственного доклада о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году⁹. МЧС России, 2022¹⁰.

Source: The figure was drawn by the authors based on the State Report on Protection of the Population and Territory of the Russian Federation from Natural and Man-Made Emergencies in 2021, EMERCOM of Russia, 2022

вызова. Вместе с тем, если вызов случился недавно и отсутствуют необходимые статистические данные, целесообразно применять экспертные методы оценки. При использовании экспертных методов оценки актуально применение рекомендаций стандарта ГОСТ 23554.2-81¹¹. Процедура оценки вероятности и тяжести последствий, а также уточнения набора вызовов общественному здоровью должна реализовываться в несколько этапов (рис. 3).

Этап 1. Составление исчерпывающего перечня вызовов. На данном этапе необходимо провести литературный обзор и обзор нормативных правовых актов в части выявления существующих вызовов общественному здоровью. В результате проведенного анализа необходимо составить перечень вызовов, оказывающих воздействие на общественное здоровье в предыдущие периоды времени. Для установления текущих вызовов возможно также применение информации из официальных новостных порталов.

Этап 2. Оценка значимости вызова. Оценка значимости вызова предполагает учет вероятности его наступления, а также тяжести последствий для общественного здоровья в случае наступления.

Этап 2.1. Оценка вероятности наступления вызова. Оценка вероятности наступления вызова осуществляется по шкале от 0 до 100, где 100 – максимальная вероятность реализации вызова. Оценка вероятности наступления вызова целесообразна посредством проведения экспертной оценки с последующим расчетом коэффициента конкордации.

Этап 2.2. Оценка тяжести наступления вызова. Оценка тяжести последствий от реализации вызова осуществляется по шкале от 0 до 100, где 100 отражает максимальный размер тяжести последствий.

Оценка тяжести наступления вызова целесообразна посредством проведения экспертной оценки.

Этап 3. Расчет ожидаемой тяжести последствий. Ожидаемую тяжесть последствий необходимо рассчитать посредством перемножения вероятности наступления вызова и тяжести последствий [35]. В зависимости от ожидаемой тяжести последствий необходимо классифицировать вызовы общественному здоровью по категориям. С учетом того, что противодействие вызовам общественному здоровью будут осуществлять органы власти, целесообразно использовать подход из сферы риск-ориентированного надзора, предполагающий выделение вызовов по следующим классам: высокие ожидаемые негативные последствия, средние ожидаемые негативные последствия, низкие ожидаемые негативные последствия [36]. Количество классов ожидаемых негативных последствий необходимо определить исходя из количества отобранных вызовов общественному здоровью.

Этап 4. Применение инструментов воздействия. Противодействие вызовам общественному здоровью для снижения ожидаемой тяжести последствий в случае реализации вызова должно осуществляться по двум основным направлениям: противодействие вероятности и тяжести наступления вызовов общественному здоровью. В случае фактической реализации вызова необходимо обеспечить сохранение достигнутого уровня общественного здоровья. Полномочия по применению инструментов воздействия по противодействию вызовам общественному здоровью возложены на органы власти. Инструменты воздействия должны выбираться для противодействия потенциальным вызовам как

⁹ Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году».

¹⁰ Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году».

¹¹ ГОСТ 23554.2-81 «Система управления качеством продукции. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции». М.: Издательство стандартов, 1982. 69 с.

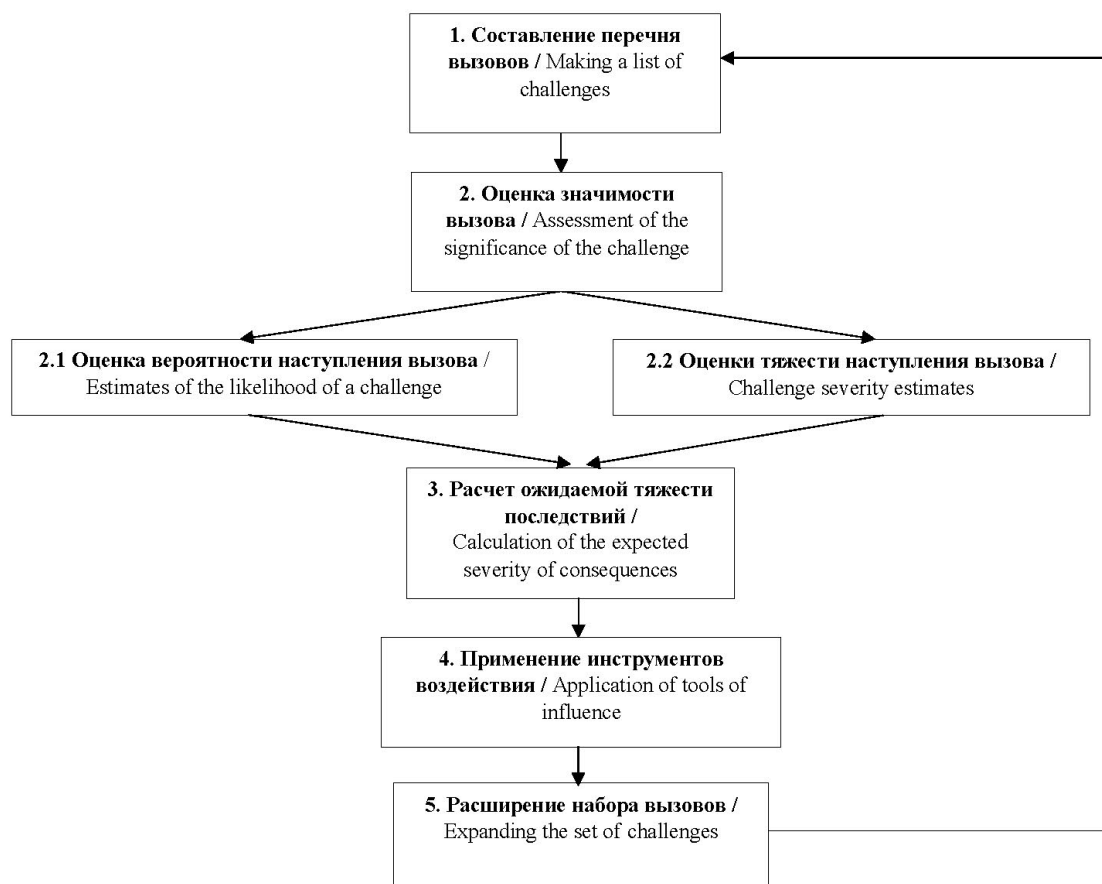


Рис. 3. Расчет ожидаемой тяжести последствий от реализации вызовов

Fig. 3. Calculation of the expected severity of consequences of public health challenges

Источник: составлен авторами исследования

Source: Compiled by the authors

с учетом уровня реализации вызова, так и с учетом ожидаемой тяжести последствий (табл. 2).

Таким образом, федеральные органы власти должны осуществлять воздействие на вызовы общественному здоровью, существующие на федеральном уровне, региональные власти – на региональном, муниципальные власти – на муниципальном. Вместе с тем орган власти, ответственный за ведение классификатора вызовов общественному здоровью, должен выявлять вызовы с наибольшей негативной тяжестью последствий. Впоследствии должны применяться системные меры по противодействию таким вызовам общественному здоровью.

Этап 5. Расширение набора вызовов. Существует вероятность возникновения нестандартных вызовов общественному здоровью, с которыми общество не сталкивалось прежде. Соответственно, необходимо обеспечить регулярный мониторинг качества классификатора вызовов общественному здоровью. В случае возникновения нового вызова необходимо проводить его оперативное включение в классификатор.

Реализация описанных выше этапов позволит создать классификатор вызовов общественному здоровью. Создаваемый классификатор может применяться как для снижения рисков возникновения вызовов общественному здоровью, так

и для минимизации потерь в случае фактической реализации вызова.

Обсуждение. Практическое внедрение классификатора вызовов общественному здоровью предполагает учет ряда ключевых аспектов: различные стратегические ориентиры, взаимосвязь с детерминантами, учет потенциала роста масштабов вызова, наличие экспертов для оценки вызовов общественному здоровью, инструменты воздействия на вызовы общественному здоровью.

Различные стратегические ориентиры. Противодействие вызовам общественного здоровья осуществляется в кризисные и бескризисные периоды. В бескризисные периоды стратегической целью государственной политики должно выступать увеличение общественного здоровья, в кризисные периоды – его сохранение. Классификатор вызовов общественному здоровью должен также учитывать значимость вызова в зависимости от состояния внешней среды.

Взаимосвязь с детерминантами. Вызовы общественному здоровью приводят к существенным негативным последствиям для общественного здоровья, а также для детерминант общественного здоровья. Детерминанты общественного здоровья могут находиться в спорадическом состоянии, однако вызов может привести к существенному

Таблица 2. Примеры вызовов общественному здоровью в рамках классификатора вызовов**Table 2. Examples of public health challenges within the challenge classifier**

Ожидаемые негативные последствия / Expected negative consequences	Уровень / Level		
	Федеральный / Federal	Региональный / Regional	Муниципальный / Municipal
Высокие / High	Пандемия COVID-19 / COVID-19 pandemic	Наводнение / Flood	Пожар / Fire
Средние / Moderate	Экономический кризис / Economic crisis	Случай зоонозного заболевания: бешенства / A case of zoonotic disease: rabies	Возникновение стихийной мусорной свалки / Emergence of a spontaneous landfill
Низкие / Low	Паника в новостном фоне / Media panic	Взрыв газа / Gas explosion	Дорожно-транспортное происшествие / Traffic accident

Источник: составлен авторами исследования на основе Государственного доклада о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году¹², МЧС России, 2022¹³.

Source: The table was compiled by the authors based on the State Report on Protection of the Population and Territory of the Russian Federation from Natural and Man-Made Emergencies in 2021, EMERCOM of Russia, 2022.

росту значимости детерминанты общественного здоровья. Необходимо провести оценку взаимосвязи между детерминантами и вызовами общественно-го здоровья. Ключевым ограничением для учета детерминант общественного здоровья выступает отсутствие соответствующих методик их анализа.

Учет потенциала роста масштабности вызова. Необходимо отметить, что существует вероятность возникновения вызова не только на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, но и на уровне между различными территориальными единицами. С учетом опыта МЧС России по противодействию чрезвычайным ситуациям на практике возможно расширить количество уровней реализации вызова, добавив межрегиональные, межмуниципальные вызовы. Подобный подход позволит учесть эффект «заражения» вызова между различными уровнями его реализации.

Наличие экспертов для оценки вызовов общественному здоровью. Оценка вероятности и тяжести последствий требует привлечения экспертов. Соответственно, до момента создания классификатора необходимо составить перечень экспертов в сфере общественного здоровья.

Инструменты воздействия на вызовы общественному здоровью. Помимо составления классификатора общественного здоровья необходимо определить перечень инструментов воздействия, доступных для применения в случае реализации вызова. Перечень инструментов воздействия возможно составить в том числе посредством анализа практик на региональном и муниципальном уровнях.

Закключение. Представленное исследование раскрывает методический подход к составлению классификатора вызовов общественному здоровью, заключающийся в учете ключевых характеристик вызовов общественному здоровью: длительность, масштабность, интенсивность вызова, эффективность применения существующих методов государственного противодействия вызову общественного здоровья, что позволит обеспечить сохранение и укрепление общественного здоровья, а также его сбережению и увеличению потенциала общественного здоровья.

В зависимости от категории вызова общественному здоровью орган власти должен принимать необходимые управленческие решения с целью увеличения и сохранения общественного здоровья. Вместе с тем помимо вызовов общественному здоровью необходимо также учитывать различные детерминанты, тренды, влияющие на размер общественного здоровья. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение влияния детерминант на уровень общественного здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленников В.В., Ларионов А.В. Роль поведенческого цикла в экономике // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2023. № 1. С. 72–95. doi:10.14515/monitoring.2023.1.2208
2. Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В. и др. Состояние общественного здоровья в субъектах Российской Федерации в период масштабного эпидемиологического вызова на примере пандемии COVID-19 // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 3. С. 7–16. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-3-7-16
3. Зайцев А.М., Грошев М.Д., Рудаков О.Б. Пожары в России: их влияние на здоровье людей и загрязнение окружающей среды // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы строительного материаловедения. 2009. № 2. С. 113–120.
4. Белякова П.А., Морейдо В.М., Пьянкова А.И. Анализ половозрастной структуры погибших от наводнений в России за 2000–2014 гг. // Труды виноградовские чтения. Грани гидрологии. 2018. С. 849–853.
5. Сычев Я.В. Опасности техногенных катастроф современности // Технологии техносферной безопасности. 2012. № 1. С. 41.
6. Касьянов В.В., Гафиатулина Н.Х., Вакула И.М. Пандемия и система ограничительных мер как фактор травматизации социального здоровья населения // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2021. № 1. С. 237–242.
7. Вялков А.И., Бобровницкий И.П., Рахманин Ю.А., Разумов А.Н. Пути совершенствования организации здравоохранения в условиях растущих экологических вызовов безопасности жизни и здоровью населения //

¹² Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году».

¹³ Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году».

- Здоровье здорового человека. 3-е изд., переработанное и дополненное. Москва: Международный институт восстановительной медицины, 2016. С. 158–164.
8. Медведев В.Э., Доготарь О.А. COVID-19 и психическое здоровье: вызовы и первые выводы // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2020. Т. 12. № 6. С. 4–10. doi: 10.14412/2074-2711-2020-6-4-10
 9. Соколов Д. COVID-19 и мобилизация медицины на постсоветском пространстве // Пути к миру и безопасности. 2020. № 2 (59). С. 96–119. doi: 10.20542/2307-1494-2020-2-96-119
 10. Русакова Л.И., Кучерявая Д.А., Стерликов С.А. Оценка влияния пандемии COVID-19 на систему оказания противотуберкулёзной помощи в российской Федерации // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2021. № 2. С. 553–577. doi: 10.24412/2312-2935-2021-2-553-577
 11. Калабихина И.Е., Максимов М.А. Гендерный разрыв демографических потерь во время пандемии коронавируса: почему в России потери женщин в ожидаемой продолжительности жизни больше, чем у мужчин // Государственное управление. Электронный вестник. 2023. № 97. С. 26–41. doi: 10.24412/2070-1381-2023-97-26-41
 12. Жак Р., Зайцева Н.В., Питер С. Современные внешнесредовые угрозы и вызовы здоровью населения арктических и субарктических регионов // Анализ риска здоровью. 2022. № 3. С. 21–38. doi: 10.21668/health.risk/2022.3.02
 13. Васильева Т.П., Ротов В.М., Костров А.А. и др. Мониторинг общественного здоровья версия 1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023614666, 03.03.2023. Заявка № 2023613070 от 20.02.2023.
 14. Даниленко Д.М., Комиссаров А.Б., Стукова М.А., Лиознов Д.А. Быть или не быть: прогноз развития эпидемии COVID-19 в России // Журнал инфектологии. 2020. № 12 (3). С. 6–11. doi: 10.22625/2072-6732-2020-12-3-6-11
 15. Зудин А.Б., Щепин В.О. Глобальные вызовы для российского здравоохранения // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. 2016. № 5. С. 41–46.
 16. Жихаревич Б.С., Жулин А.Б., Зайцев Д.А. и др. Планирование и управление по результатам в условиях турбулентности // Вопросы государственного и муниципального управления. 2022. № 4. С. 7–29.
 17. Каткова И.П., Локозов В.В., Рыбальченко С.И. Преждевременная смертность: тенденции и перспективы снижения в контексте целей устойчивого развития России // Проблемы современной экономики. 2018. № 2 (66). С. 92–99.
 18. Борисова Д.Е. Управление здравоохранением регионов в условиях распространения новой коронавирусной инфекции // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2020. № 4. С. 19–24.
 19. Беляев И.И., Побываев С.А., Сильвестров С.Н. Взаимодействие органов публичной власти в сфере стратегического планирования // Управленческие науки. 2022. № 12 (4). С. 36–47. doi: 10.26794/2304-022X-2022-12-4-36-47
 20. Вичева А.А. Некоторые особенности реализации полномочий органов местного самоуправления в системе единой публичной власти: на примере предотвращения распространения коронавирусной инфекции (2019-nCoV) // Юридический вестник Дагестанского государственного университета. 2022. Т. 4. № 2. С. 60–68. doi: 10.21779/2224-0241-2022-42-2-60-68
 21. Яруллин Р.Р., Засухина Е.Е. Поддержка региональных бюджетов в период COVID-19 // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 1–2. С. 174–176.
 22. Бойцов С.А., Самородская И.В., Семёнов В.Ю. Влияние экономических кризисов на общественное здоровье // Профилактическая медицина. 2016. № 19 (2). С. 4–10. doi: 10.17116/profmed20161924-10
 23. Пономарев Е.И., Харук В.И., Швецов Е.Г. Мониторинг природных пожаров в Сибири: динамика горимости в современном климате, пространственно-временные закономерности, характеристики и прогнозы. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. 220 с.
 24. Афанасьева Е.А. Хроника событий наводнения 2014 г. в Чарышском районе Алтайского края // Полевые исследования в Верхнем Приобье, Прииртышье и на Алтае (археология, этнография, устная история и музееведение): Материалы XIV международной научно-практической конференции / Под редакцией М.А. Демина, Т.К. Щегловой, Н.С. Грибановой. Выпуск 14. Барнаул: Алтайский государственный педагогический университет, 2019. С. 160–167.
 25. Рубанова Е.А. Особенности смертности населения территорий, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы. В кн.: Тенденции заболеваемости, смертности и продолжительности жизни. Республика Беларусь, Минск, 2003. С. 212–239.
 26. Ребиков И.В., Левин А.М., Притчина Т.В., Комаров А.А., Лашенкова В.А., Смагин Е.С. Ликвидация медико-санитарных последствий падения метеорита на территории Челябинской области // Медицина катастроф. 2013. № 2 (82). С. 57–58.
 27. Гребенникова В.В., Фортуна А.Б. Сейсмичность Заалайского хребта (Памиро-Алайская зона) // Вестник Института сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики. 2018. № 1 (11). С. 18–31.
 28. Силкин С.С., Крестинина Л.Ю., Акеев А.В. Риск заболеваемости солидными злокачественными новообразованиями у облученного на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа населения за 1957–2014 гг. // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2020. Т. 65. № 4. С. 58–64. doi: 10.12737/1024-6177-2020-65-4-58-64
 29. Бондаренко М.А., Карпенко Е.А. Влияние техногенных катастроф на окружающую среду. В сб.: Образование, наука, производство VIII Международн. молодежн. форум. Белгород, 25–26 октября 2016 г. С. 113–117.
 30. Панин А.Н., Рыльский И.А., Тикунов В.С. Пространственные закономерности распространения пандемии COVID-19 в России и мире: картографический анализ // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2021. № 1. С. 62–77.
 31. Рябкова В.А., Брылева И.Н. Состояние здоровья населения Хабаровского края в условиях воздействия лесных пожаров // Дальневосточный медицинский журнал. 2002. № 3. С. 41–44.
 32. Иванов В.К., Кашеев В.В., Чекин С.Ю. и др. Заболеваемость и смертность участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС: оценка радиационных рисков, период наблюдения 1992–2008 гг. // Радиационная гигиена. 2011. № 4 (2). С. 40–49.
 33. Ларионов В.И., Александров А.А., Суцев С.П. Моделирование последствий и оценка риска цунами с применением ГИС-технологий // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Приборостроение. 2018. № 6 (123). С. 48–61. doi: 10.18698/0236-3933-2018-6-48-61

34. Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В., Зудин А.Б., Васюнина А.Е., Васильев М.Д. Расчет индекса общественного здоровья в регионах Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. 2022. № 30 (12). С. 7–16. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-12-7-16
35. Mas-Colell A, Whinston MD, Green JR. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press; 1995.
36. Кнутов А.В., Плаксин С.М. Индикаторы риска при осуществлении государственного контроля (надзора) // Законодательство. 2019. № 5. С. 36–45.

REFERENCES

1. Maslennikov VV, Larionov AV. Role of the behavioral cycle in the economy. *Monitoring Obshchestvennogo Mneniya: Ekonomicheskie i Sotsial'nye Peremeny*. 2023;(1(173)):72-95. (In Russ.) doi: 10.14515/monitoring.2023.1.2208
2. Vasilieva TP, Larionov AV, Russkikh SV, et al. The state of public health in constituent entities of the Russian Federation in times of a large-scale epidemiological challenge: The example of the COVID-19 pandemic. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(3):7-16. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-3-7-16
3. Zaitsev AM, Groshev MD, Rudakov OB. [Fires in Russia: Their impact on human health and environmental pollution.] *Nauchnyy Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Arkhitekturno-Stroitel'nogo Universiteta. Seriya: Fiziko-Khimicheskie Problemy Stroitel'nogo Materialovedeniya*. 2009;(2):113-120. (In Russ.)
4. Belyakova PA, Moreido VM, Pyankova AI. Flood fatalities age and gender structure analysis in Russia in 2000–2014. In: Mararyeva OM, ed. *Third Vinogradov Readings. Facets of Hydrology: Proceedings of the International Conference, St. Petersburg, March 28–30, 2018*. St. Petersburg: Naukoemkie Tekhnologii Publ., 2018:849-853. (In Russ.)
5. Sychev YV. Risks of the man-made disasters of modern times. *Tekhnologii Tekhnosfernoy Bezopasnosti*. 2012;(1(41)):5. (In Russ.)
6. Kasyanov VV, Gafiatulina NH, Vakula IM. Pandemic and the system of restrictive measures as a factor of injury to the social health of the population. *Gosudarstvennoe i Munitsipal'noe Upravlenie. Uchenye Zapiski*. 2021;(1):237-242. (In Russ.) doi: 10.22394/2079-1690-2021-1-1-237-242
7. Vyalkov AI, Bobrovnikii IP, Rahmanin YuA, Razumov AN. Ways of improving the health organization in the conditions of growing ecological challenges of life safety and population health. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017;(1):24-41. (In Russ.)
8. Medvedev VE, Dogotar OA. COVID-19 and mental health: Challenges and first conclusions. *Nevrologiya, Neyropsikhiatriya, Psikhosomatika*. 2020;12(6):4-10. (In Russ.) doi: 10.14412/2074-2711-2020-6-4-10
9. Sokolov D. COVID-19 and mobilization of healthcare in the post-Soviet space. *Puti k Miru i Bezopasnosti*. 2020;(2(59)):96-119. (In Russ.) doi: 10.20542/2307-1494-2020-2-96-119
10. Rusakova LI, Kucherjavaja DA, Sterlikov SA. Impact of the COVID-19 pandemic on the tuberculosis care system in the Russian Federation. *Sovremennye Problemy Zdravookhraneniya i Meditsinskoy Statistiki*. 2021;(2):553-577. (In Russ.) doi: 10.24412/2312-2935-2021-2-553-577
11. Kalabikhina IE, Maksimov MA. The gender gap in demographic losses during the coronavirus pandemic: Why the female life expectancy losses are more than the male ones in Russia. *Gosudarstvennoe Upravlenie. Elektronnyy Vestnik*. 2023;(97):26-41. (In Russ.) doi: 10.24412/2070-1381-2023-97-26-41
12. Reis J, Zaitseva NV, Spencer P. Specific environmental health concerns and medical challenges in Arctic and sub-Arctic regions. *Health Risk Analysis*. 2022;(3):21-38. doi: 10.21668/health.risk/2022.3.02.eng
13. Vasilieva TP, Rotov VM, Kostrov AA, et al. [Public health monitoring, version 1.] Software Registration Certificate No. 2023614666 (Patent) of March 3, 2023. Application No. 2023613070 of February 20, 2023. (In Russ.)
14. Danilenko DM, Komissarov AB, Stukova MA, Lioznov DA. To be or not to be: Forecast of COVID-19 epidemic development in Russia. *Zhurnal Infektologii*. 2020;12(3):6-11. (In Russ.) doi: 10.22625/2072-6732-2020-12-3-6-11
15. Zudin AB, Chepin VO. [Global challenges for Russian healthcare.] *Byulleten' Natsional'nogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Obshchestvennogo Zdorov'ya imeni N.A. Semashko*. 2016;(5):41-46. (In Russ.)
16. Zhikharevich BS, Zhulin AB, Zaytsev DA, et al. Planning and performance management under turbulence. Round table, 25.10.2022. *Voprosy Gosudarstvennogo i Munitsipal'nogo Upravleniya*. 2022;(4):7-29. (In Russ.)
17. Katkova IP, Lokosov VV, Rybal'chenko SI. Premature mortality: Trends and perspectives of its decrease in the context of the aims of sustainable development in Russia. *Problemy Sovremennoy Ekonomiki*. 2018;(2(66)):92-99. (In Russ.)
18. Borisova DE. Regional healthcare management in the face of COVID-19 pandemic. *Problemy Sotsial'no-Ekonomicheskogo Razvitiya Sibiri*. 2020;(4(42)):19-24. (In Russ.) doi: 10.18324/2224-1833-2020-4-19-24
19. Belyaev II, Pobyvaev SA, Silvestrov SN. Interaction of public authorities in strategic planning. *Upravlencheskie Nauki*. 2022;12(4):36-47. (In Russ.) doi: 10.26794/2304-022X-2022-12-4-36-47
20. Vicheva AA. Some features of the implementation of the local self-government bodies' powers in the unified public authority system: On the example of preventing the spread of coronavirus infection (2019-nCoV). *Yuridicheskiy Vestnik Dagestanskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2022;42(2):60-68. (In Russ.) doi: 10.21779/2224-0241-2022-42-2-60-68
21. Yarullin RR, Zasukhina EE. Support for regional budgets during COVID-19. *Mezhdunarodnyy Zhurnal Gumanitarnykh i Estestvennykh Nauk*. 2021;(1-2(52)):174-176. (In Russ.) doi: 10.24411/2500-1000-2021-1110
22. Boytsov SA, Samorodskaya IV, Semenov VYu. The impact of economic crises on population health. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2016;19(2-1):4-10. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20161924-10
23. Ponomarev EI, Kharuk VI, Shvetsov EG. [Monitoring of Wild Fires in Siberia: Fire Dynamics in the Current Climate, Spatial and Temporal Patterns, Characteristics and Forecasts.] Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2019. (In Russ.)
24. Afanasyeva EA. [Chronicle of flood events in 2014 in the Charysh district of the Altai Krai.] In: Demin MA, Shcheglova TK, Gribanova NS, eds. *Field Studies in the Upper Ob, Irtysh and Altai (Archaeology, Ethnography, Oral History and Museology): Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference, Barnaul, May 22–23, 2019*. Barnaul: Altai State Pedagogical University; 2019;14:160-167. (In Russ.)
25. Rubanova EA. [Features of mortality in the territories affected by the Chernobyl disaster.] In: [Trends in Morbidity, Mortality and Life Expectancy.] Minsk, Belarus; 2003:212–239. (In Russ.)
26. Rebirov IV, Levin AM, Pritchina TV, Komarov AA, Lashchenova VA, Smaguin ES. Elimination of the health consequences of a meteorite in the Chelyabinsk Region. *Meditsina Katastrof*. 2013;(2(82)):57-58. (In Russ.)

27. Grebennikova VV, Fortuna AB. Seismicity of the Zaaly Ridge (Pamir-Alay zone). *Vestnik Instituta Seysmologii Natsional'noy Akademii Nauk Kyrgyzskoy Respubliki*. 2018;(1(11)):18-31. (In Russ.)
28. Silkin SS, Krestinina LY, Akleyev AV. Solid cancer incidence risk among the population exposed in the East Urals radioactive trace over 1957–2014. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'*. 2020;65(4):58-64. (In Russ.) doi: 10.12737/1024-6177-2020-65-4-58-64
29. Bondarenko MA, Karpenko EA. [Impact of man-made disasters on the environment.] In: *Education, Science, Production: Proceedings of the VIII International Youth Forum, Belgorod, October 15–16, 2016*. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov; 2016:113-117. (In Russ.)
30. Panin AN, Rilskiy IA, Tikunov VS. Spatial patterns of COVID-19 distribution in Russia and the world: Cartographic analysis. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5: Geografiya*. 2021;(1):62-77. (In Russ.)
31. Ryabkova VA, Bryleva IN. Health state of population in the Khabarovsk Region under the influence of forest fires. *Dal'nevostochnyy Meditsinskiy Zhurnal*. 2002;(3):41-44. (In Russ.)
32. Ivanov VK, Kashcheev VV, Chekin SYu, et al. Morbidity and mortality among emergency workers of the Chernobyl accident: Assessment of radiation risks for the follow-up period of 1992–2008. *Radiatsionnaya Gigiena*. 2011;4(2):40-49. (In Russ.)
33. Larionov VI, Aleksandrov AA, Sushchev SP. Tsunami consequences modelling and risk assessment by using GIS-technologies. *Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. N.E. Bauman. Seriya Priborostroenie*. 2018;(6(123)):48-61. (In Russ.) doi: 10.18698/0236-3933-2018-6-48-61
34. Vasilieva TP, Larionov AV, Russkikh SV, Zudin AB, Vasunina AE, Vasiliev MD. Calculation of the public health index in the regions of the Russian Federation. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(12):7-16. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-12-7-16
35. Mas-Colell A, Whinston MD, Green JR. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press; 1995.
36. Knutov AV, Plaksin SM. Risk indicators and state control (oversight). *Zakonodatel'stvo*. 2019;(5):36-45. (In Russ.)

Сведения об авторе:

✉ **Васильева** Татьяна Павловна – д.м.н., профессор, Заслуженный врач Российской Федерации, руководитель направления «Теоретические закономерности формирования общественного здоровья и здоровьесбережение» ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»; e-mail: vasilieva_tp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4831-1783>.

Ларионов Александр Витальевич – к.э.н., к.н. о государственном и муниципальном управлении, доцент, старший научный сотрудник отдела изучения образа жизни и охраны здоровья населения ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»; старший научный сотрудник Центра демографических исследований Института демографии имени А.Г. Вишневского НИУ «Высшая школа экономики», e-mail: larionov.av.hse@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8657-6809>.

Русских Сергей Валерьевич – к.м.н., старший научный сотрудник, отдел изучения образа жизни и охраны здоровья населения ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»; приглашенный преподаватель департамента политики и управления факультета социальных наук НИУ «Высшая школа экономики»; e-mail: russkikh1@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3292-1424>.

Зудин Александр Борисович – д.м.н., профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения, директор ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»; e-mail: info@nrph.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6966-5559>.

Васюнина Анна Евгеньевна – стажер-исследователь, отдел изучения образа жизни и охраны здоровья населения ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»; e-mail: annvass2017@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5490-8140>.

Васильев Михаил Дмитриевич – к.м.н., научный сотрудник отдела изучения образа жизни и охраны здоровья населения ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»; e-mail: vasiliev.m.d@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1646-7345>.

Ротов Валентин Максимович – младший научный сотрудник отдела изучения образа жизни и охраны здоровья населения ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»; e-mail: Rotov1996@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4164-3745>.

Информация о вкладе автора: концепция и дизайн исследования: *Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В., Зудин А.Б.*; сбор данных: *Ларионов А.В., Васильев М.Д., Васюнина А.Е., Ротов В.М.*; анализ и интерпретация результатов: *Ларионов А.В., Васильева Т.П., Русских С.В., Васюнина А.Е., Ротов В.М.*; подготовка проекта рукописи: *Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В., Васюнина А.Е., Ротов В.М., Васильева М.Д.* Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено в ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко» в рамках плановой НИР.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 26.05.23 / Принята к публикации: 09.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

✉ Tatyana P. **Vasilieva**, Prof., Dr. Sci. (Med.), Honored Doctor of the Russian Federation, Head of the Research Direction "Theoretical Patterns of Public Health Formation and Health Maintenance", N.A. Semashko National Research Institute of Public Health; e-mail: vasilieva_tp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4831-1783>.

Alexander V. **Larionov**, Cand. Sci. (Econ.), Cand. Sci. (Pub. Admin.); Senior Researcher, Department of Lifestyle Studies and Public Health Protection, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health; Senior Researcher, Center for Demographic Research, Vishnevsky Institute of Demography, National Research University "Higher School of Economics"; e-mail: larionov.av.hse@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8657-6809>.

Sergey V. **Russkikh**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Lifestyle Studies and Public Health Protection, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health; visiting lecturer, Department of Politics and Management, Faculty of Social Sciences, National Research University "Higher School of Economics"; e-mail: russkikh1@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3292-1424>.

Alexandr B. **Zudin**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Department of Public Health and Healthcare, Director of N.A. Semashko National Research Institute of Public Health; e-mail: info@nrph.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6966-5559>.

Anna E. **Vasyunina**, trainee researcher, Department of Lifestyle Studies and Public Health Protection, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health; e-mail: annvass2017@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5490-8140>.

Mikhail D. **Vasiliev**, Cand. Sci. (Med.), Researcher, Department of Lifestyle Studies and Public Health Protection, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health; e-mail: vasiliev.m.d@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1646-7345>.

Valentin M. **Rotov**, Junior Researcher, Department of Lifestyle Studies and Public Health Protection, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health; e-mail: Rotov1996@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4164-3745>.

Author contributions: study conception and design: *Vasilieva T.P., Larionov A.V., Russkikh S.V., Zudin A.B.*; data collection: *Larionov A.V., Vasiliev M.D., Vasyunina A.E., Rotov V.M.*; analysis and interpretation of results: *Larionov A.V., Vasilieva T.P., Russkikh S.V., Vasyunina A.E., Rotov V.M.*; draft manuscript preparation: *Vasilieva T.P., Larionov A.V., Russkikh S.V., Vasyunina A.E., Rotov V.M., Vasilieva M.D.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The study was conducted at N.A. Semashko National Research Institute of Public Health as part of a planned research project.

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

Received: May 26, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: February 29, 2024

© Коллектив авторов, 2024

УДК 316.62+613.2



Пандемия и питание: анализ пищевого поведения россиян в контексте здоровьесбережения

*А.О. Барг, Т.В. Сирковская**ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
ул. Букирева, д. 15, г. Пермь, 614990, Российская Федерация*

Резюме

Введение. Пандемия COVID-19 изменила повседневное поведение и привычки россиян, в т. ч. и практики питания, что влечет последствия для здоровья населения.

Цель исследования: выявление особенностей трансформации пищевых практик россиян в периоды до, во время и после пандемии COVID-19 для определения воздействия условий и контекста распространения коронавирусной инфекции на пищевое поведение и привычки.

Материалы и методы. Использовался метод контент-анализа уникальных русскоязычных сообщений из социальных сетей «ВКонтакте» и «Одноклассники» (145 тыс. сообщений). Данные собирались с помощью сервиса мониторинга социальных сетей IQBuzz в разрезе трех периодов: до (01.01.2018–28.02.2020), во время (01.03.2020–30.06.2022) и после пандемии COVID-19 (01.07.2022–31.08.2023).

Результаты. Обнаружено, что вне зависимости от временного периода в качестве ключевых компонентов здорового рациона россиянами рассматриваются фрукты и овощи (26,9 %), молочные и кисломолочные продукты (12,6 %), вода (9,0 %), чай (10,0 %) и мясо (8,3 %). Попытки справиться со стрессом в период пандемии выражались в увеличении количества праздничных застолий (в 2,6 раза выше во время пандемии и в 2 раза больше после нее, чем до) и «готовке» для расслабления, в большем потреблении сладостей (до – 3,9 %, во время – 6,2 %, после – 5,1 %), а также алкоголя (3,6; 3,2 и 4,3 % соответственно). Сохранение высокой напряженности социальных контекстов закрепило практики «заедания» стресса сладким и потребления алкоголя. Выявлен переход от традиционных покупок в офлайн-магазинах к широкому использованию онлайн-сервисов, который стал устойчивой нормой потребления после эпидемии.

Заключение. Здоровьесбережение связано с выбором продуктов и пищевым поведением, а обсуждение здорового и правильного питания стало более частой темой после пандемии. В целом же результаты исследования позволяют сделать вывод, что большинство россиян стабильны в своих пищевых практиках в контексте здоровьесбережения.

Ключевые слова: пандемия, COVID-19, питание, пищевое поведение, практики питания, здоровое питание.

Для цитирования: Барг А.О., Сирковская Т.В. Пандемия и питание: анализ пищевого поведения россиян в контексте здоровьесбережения // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 18–25. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-18-25

Pandemic and Nutrition: Analysis of Eating Behavior of Russians in the Context of Health Maintenance

*Anastasiya O. Barg, Tatyana V. Sirkovskaya**National Research University "Higher School of Economics",
20 Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation*

Summary

Introduction: The COVID-19 pandemic has changed usual behavior and habits, including dietary practices, of Russian people, which has implications for public health.

Objective: To identify specifics of transformation of dietary practices of Russians before, during and after the COVID-19 pandemic in order to establish the impact of conditions and context of this infectious disease spread on eating behavior and habits.

Materials and methods: We used the method of content analysis of unique Russian-language messages from the VKontakte and Odnoklassniki social networks (145 thousand messages). Data were collected using the IQBuzz social media monitoring service during three time spans: before (January 1, 2018 to February 28, 2020), during (March 1, 2020 to June 30, 2022), and after the COVID-19 pandemic (July 1, 2022 to August 31, 2023).

Results: We found that, regardless of the time span under study, Russians consider fruits and vegetables (26.9 %), dairy and fermented milk products (12.6 %), water (9.0 %), tea (10.0 %), and meat (8.3 %) as key components of a healthy diet. Attempts to cope with stress caused by the pandemic were manifested by a 2.6-fold and double increase in the number of festive feasts during and after the pandemic, respectively; cooking for relaxation; higher consumption rates of sweets (before – 3.9 %, during – 6.2 %, and after – 5.1 %) and alcohol (3.6 %, 3.2 %, and 4.3 %, respectively). The persistence of high social tension deepened the practices of emotional eating of sweets and drinking alcohol. We observed a shift from traditional offline shopping to a widespread use of online services, which became a sustainable norm of consumption after the pandemic.

Conclusion: Health maintenance is closely related with food choices and eating behavior, so healthy eating has become a more frequent topic of discussion after the pandemic. Our findings suggest that the majority of Russians are stable in their dietary practices in the context of preserving health.

Keywords: pandemic, COVID-19, nutrition, eating behavior, dietary practices, healthy eating.

Cite as: Barg AO, Sirkovskaya TV. Pandemic and nutrition: Analysis of eating behavior of Russians in the context of health maintenance. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):18–25. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-18-25

Введение. Рацион и режим питания представляют собой одни из ключевых факторов здоровья человека. Рациональные и «правильные» практики питания, способствующие поддержанию и сохранению здоровья, могут оказывать многокомпонентное защитное воздействие на общее состояние организма, а также выступать критерием прогнозирования продолжительности жизни [1], что является основанием для неизменной актуальности здоровых практик пищевого поведения в разных условиях существования, в том числе в период глобального кризиса пандемии COVID-19 и на этапе выхода из него [2]. Важно отметить, что, хотя здоровое питание и не может гарантировать полную защиту от проникновения вирусных инфекций в организм, сбалансированный рацион способствует формированию адекватного и своевременного иммунного ответа внешним угрозам [3].

Результаты опроса, проведенного на платформе hh.ru среди российских соискателей, свидетельствуют о тенденции к улучшению качества питания и разнообразию рациона в условиях удаленной работы в период распространения коронавирусной инфекции. У половины опрошенных (53 %), занятых в гибридном режиме или работающих полностью удаленно, наблюдается повышение качества питания, 62 % из них отмечают, что повседневный рацион стал более разнообразным, чем при работе в офисе¹. Также за период 2019–2021 гг. зарегистрировано практически двукратное увеличение числа россиян, осуществляющих заказ доставки приготовленных блюд на дом². Тем не менее в некоторых исследованиях указывается, что для людей с расстройствами пищевого поведения изоляция сопровождается рисками усиления заболеваний [4], например, в Австралии зафиксировано, что ограничительные меры в пандемию привели к увеличению случаев переедания среди больных [5].

Время изоляции в период локдауна сопровождалось изменениями в потреблении продуктов питания, связанными с пищевым поведением до карантина и беспокойством о здоровье, спровоцированным COVID-19 [6]. Так, английские ученые определили увеличение позитивных пищевых практик (употребление домашней еды, фруктов и овощей) среди тех, кто придерживается адаптивных стратегий преодоления кризисов, и ухудшение качества режима и рациона питания у людей, которые и до карантина были склонны к дезадаптивным стратегиям.

Целью исследования является выявление особенностей трансформации пищевых практик

россиян в периоды *до* (01.01.2018–28.02.2020), *во время* (01.03.2020–30.06.2022) и *после* пандемии COVID-19 (01.07.2022–31.08.2023) для определения воздействия условий и контекста распространения коронавирусной инфекции на пищевое поведение и привычки.

Определение границ периодов базировалось на датах начала пандемии COVID-19 и снятии ограничений, введенных в РФ из-за пандемии коронавируса, которые были объявлены Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ)³ и Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)⁴. Таким образом, в исследовании выделены периоды «до пандемии» (2 года), «во время пандемии» (чуть более 2 лет) и «после пандемии» (1 год и 1 месяц) с целью зафиксировать изменения в пищевых привычках и поведении россиян в данные временные отрезки.

Материалы и методы. Методика прикладного исследования выстроена в логике количественного контент-анализа текстовых сообщений в социальных сетях. В качестве *источников информации* выступают уникальные (был произведен отсев дубликатов сообщений) русскоязычные сообщения в формате постов, записей и комментариев к ним, размещенных в социальных сетях «ВКонтакте» и «Одноклассники», которые в 2021–2022 гг. в России занимали лидирующие позиции по популярности среди всех социальных сетей⁵. Данные онлайн-платформы предоставляют значительный объем текстовой информации, охватывающий широкий спектр тем и мнений, сформированных в русскоязычной среде, что позволяет проводить всесторонний анализ и оценку общественных настроений, а также выявлять тенденции и особенности в коммуникациях онлайн-сообществ в том числе в отношении здоровьесохранных практик. По сравнению с опросами, анализ открытых текстовых данных, собранных в социальных сетях, может дать более полное понимание общественного восприятия определенных тем, хоть и имеет свои ограничения [7]. Все тексты публичных сообщений были доступны в открытом режиме.

Сбор данных из публичных постов, комментариев и сообщений производился с помощью сервиса мониторинга социальных сетей IQBuzz⁶ (сентябрь 2023 г.) с использованием фильтров: язык, местоположение и период времени. В результате сформированы массивы данных в соответствии с указанными периодами.

¹ Режим питания сотрудников на «удаленке»: результаты опроса соискателей // Служба исследований hh.ru. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://hhcdn.ru/file/17095583.pdf> (дата обращения: 01.11.2023).

² Как пандемия повлияла на пищевые привычки россиян // Российская газета – Федеральный выпуск: № 189(8540). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://rg.ru/2021/08/19/kak-pandemiia-povliiala-na-pishchevyie-privychki-rossiian.html> (дата обращения: 01.11.2023).

³ Всемирная организация здравоохранения. Заявление по итогам второго совещания Комитета по чрезвычайной ситуации в соответствии с Международными медико-санитарными правилами, в связи со вспышкой заболевания, вызванного новым коронавирусом 2019 г. (nCoV). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://clck.ru/Njn3u> (дата обращения: 29.01.2024).

⁴ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 20.06.2022 г. № 18 «Об отдельных положениях постановлений Главного государственного санитарного врача Российской Федерации по вопросам, связанным с распространением новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» (зарегистрировано в Минюсте России 01.07.2022 г. № 69091). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/76079.html?ysclid=lsbmnc17nr581707881> (дата обращения: 29.01.2024).

⁵ TAdviser. Социальные сети (рынок России). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://clck.ru/38NdSr> (дата обращения: 29.01.2024).

⁶ IQbuzz. Сервис мониторинга социальных медиа и онлайн-СМИ. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://iqbuzz.pro/> (дата обращения: 11.01.2024).

Первоначально массивы сообщений были сформированы в рамках исследования более общей тематики – здоровьесохранных практик россиян в рассматриваемые временные периоды, – для этого применялся целевой метод отбора конкретных сообщений с использованием ключевых фильтров-слов «профилактика (лечение) болезни (заболевания, недуга)» и «сохранение (укрепление, поддержание) здоровья». В исследовательский фокус данной работы помещаются *пищевое поведение и практики питания* как составляющие здоровьесохранных практик россиян, поэтому далее в общем объеме сообщений подсчитывалось количество упоминаний выделенных категорий и единиц анализа, описывающих тип питания, например «здоровое» или «правильное» (и противоположные им), категории продуктов питания, контексты приобретения и покупки товаров питания, например «домашняя еда», и пищевые привычки.

Совокупно было выделено почти 177 тыс. упоминаний всех единиц анализа для пяти категорий, соответствующих тематике пищевого поведения: «Субъективный тип питания», «Пищевые предпочтения в продуктах и продуктовых категориях», «Места покупки и потребления продуктов питания», «Специальные пищевые привычки и практики питания» и «Эмоциональные факторы и стресс в практиках питания» на 145 тыс. сообщений, отобранных на первом этапе формирования массива. Количество упоминаний превышает общий объем сообщений, поскольку в одном текстовом сообщении в социальных сетях одновременно могли быть обнаружены несколько отдельных единиц анализа, например потребление «низкокалорийных» продуктов, относящееся к категории «Специальные пищевые привычки» и конкретные «Пищевые предпочтения в продуктах» – «овощи и корнеплоды». Рассчитывались показатели общего количества упоминаний каждой категории анализа и частота упоминаний конкретных элементов внутри каждой категории (таблица).

Для обработки информации использовались статистические программы MS Excel и Statistica for Windows.

Результаты. Больше всего тему питания в контексте здоровьесбережения в русскоязычных социальных сетях обсуждают на этапе после пандемии (73 тыс. упоминаний или 41,1 % от упоминаний всего), чуть реже к ней обращались в периоды во время (53 тыс. материалов, 30 %) и до начала пандемии COVID-19 (51 тыс. упоминаний, 29,9 %).

В общем объеме отобранных текстовых материалов основные смысловые категории, выделенные в качестве сущностных аспектов рассмотрения практик питания, имеют такое распределение: доли категории «Субъективный тип питания» составляют 26,9; 21,6 и 29,9 % (для каждого из трех периодов в хронологическом порядке соответственно), чаще всего указываются «Пищевые предпочтения в продуктах» (45,8; 43,9 и 43,4 %), значительно реже – «Места покупки и потребления продуктов питания» (16,4; 24,3 и 16,9 %), «Специальные пищевые привычки и практики питания» (8,0; 6,9 и 7,5 %),

«Эмоциональные факторы и стресс в практиках питания» (2,9; 3,4 и 3,3 %).

Субъективная оценка питания и пищевые предпочтения. В общем объеме анализируемых категорий «Субъективный тип питания» встречается в среднем за все три периода публикации информационных материалов в 26,1 % сообщений и определяется девятью смысловыми единицами, среди которых такие как включение в рацион «витаминов» (42,7 %), потребление продуктов, богатых «минеральными веществами» (12,7 %) и – «макро- и микроэлементами» (11,0 %). Доля текстов, в которых обсуждается потребление витаминов, макро- и микроэлементов, несколько увеличивается после начала пандемии (68,2 % по сравнению с 66,4 % упоминаний в общем объеме данной единицы в период до начала распространения коронавирусной инфекции), но постепенно сокращается в поле представления субъективной оценки питания в период после пандемии (64,5 %).

Сообщения, связанные со здоровым и правильным питанием, составляют меньший процент упоминаний в пандемию и «предпандемийный» период (по 13,4 % соответственно). Тем не менее к этой теме активнее начинают обращаться уже после пандемии (17,8 %). Смысловые единицы «здоровое питание, еда и продукты» встречаются гораздо чаще, чем их антонимы – «нездоровое питание, еда и продукты», в среднем за все три периода в 3,5 раза чаще, что демонстрирует позитивную тональность сообщений (таблица).

Категория «Пищевые предпочтения в продуктах питания» выражена перечислением различных продуктов и их групп. Так, «фрукты и ягоды» в среднем за все временные периоды обозначены пользователями в 16,3 % сообщений, отнесенных к рассматриваемой категории, «молочные и кисломолочные продукты» – в 12,6 %, «овощи и корнеплоды» – в 10,6 %, за ними по уменьшению частоты встречаемости следуют чай (10,0 %), вода (9,0 %) мясо (8,3 %), орехи (8,2 %), алкоголь (5,3 %) и сладости (5,0 %). Данные продуктовые группы выступают «лидерами» вкусовых предпочтений пользователей социальных сетей, обсуждающих здоровье и питание в публичном информационном пространстве.

Анализ результатов исследования показал, что процент сообщений, включающих «фрукты и ягоды» в общем объеме сообщений, отнесенных к категории «Пищевые предпочтения в продуктах питания», становится меньше во время пандемии (соответственно хронологии периодов – 18,3; 12,7 и 18,0 %). Молочные и кисломолочные продукты встречаются в 12,1; 12,4 и 13,3 % случаев. Овощи и корнеплоды – в 11,8; 9,5 и 10,6 %. Реже пользователями называются чай (8,2; 13,3 и 8,5 %) и вода (10,6; 10,0 и 6,2 %). В предпандемийный период доля сообщений, связанных с употреблением в пищу мяса, мясных продуктов, птицы и колбасных изделий, составляла 7,3 %. Во время пандемии этот показатель увеличился до 8,8 % и после пандемии остался примерно таким же (8,9 %). Алкоголь и спиртосодержащие напитки (3,6; 3,2 и 4,3 %),

Таблица. Сводный отчет по распределению категорий и единиц анализа в текстовом массиве постов, записей и комментариев к ним, размещенных в социальных сетях «ВКонтакте» и «Одноклассники» за период с 01.01.2018 по 31.08.2023 (%)**Table. Summary report on the distribution of categories and units of analysis in the text array of posts, records, and comments to them posted in the Russian social networks VKontakte and Odnoklassniki from January 1, 2018 to August 31, 2023 (%)**

	Категории и единицы анализа / Categories and units of analysis	Временной период / Time span		
		до пандемии / before the pandemic (01.01.2018–28.02.2020)	во время / during (01.03.2020–30.06.2022)	после / after (01.07.2022–31.08.2023)
1	Субъективный тип питания / Self-rated type of nutrition*	26,9	21,6	29,9
1.1	витамины / vitamins**	37,8	45,9	44,3
1.2	минеральные вещества / minerals	15,9	12,4	9,7
1.3	здоровое питание, еда и продукты / healthy diet, food and products	13,4	13,4	17,8
1.4	макро- и микроэлементы / macro- and micronutrients	12,7	9,9	10,5
1.5	органические продукты / organic products	11,3	11,4	8,6
1.6	нездоровое питание, еда и продукты / unhealthy diet, food and products	4,5	3,9	4,2
1.7	экологически чистые / environmentally friendly	1,9	1,6	2,0
1.8	ГМО (генетически модифицированные) / GMO (genetically modified)	1,3	0,4	0,6
1.9	БАД (биологически активные добавки) / dietary supplements	1,1	0,9	2,3
2	Пищевые предпочтения в продуктах питания / Food preferences	45,8	43,9	43,4
2.1	фрукты и ягоды / fruits and berries	18,3	12,7	18,0
2.2	молочные (кисломолочные) продукты / dairy (fermented milk) products	12,1	12,4	13,3
2.3	овощи и корнеплоды / vegetables and root crops	11,8	9,5	10,6
2.4	вода / water	10,6	10,0	6,2
2.5	орехи и семена / nuts and seeds	9,3	7,1	8,2
2.6	чай / tea	8,2	13,3	8,5
2.7	мясо, птица, мясные продукты, колбасы / meat, poultry, meat products, sausages	7,3	8,8	8,9
2.8	алкогольный (спиртные) напитки (коктейли) / alcohol	5,2	5,1	5,5
2.9	сладости (кондитерские изделия, торты, кексы, конфеты) / Sweets (confectionery, cakes, cupcakes, candy)	3,9	6,1	5,1
2.10	кофе (кофеин) / coffee (caffeine)	3,0	3,0	3,3
2.11	рыба, рыбные продукты и морепродукты / fish, fish products and seafood	2,7	1,8	2,5
2.12	зерновые и хлеб (хлебобулочные изделия) / cereals and bread (bakery products)	2,3	3,8	3,3
2.13	сахар / sugar	2,0	2,8	2,5
2.14	специи и пряности / spices	1,1	1,5	1,5
2.15	замороженная еда / frozen food	0,8	0,3	0,5
2.16	консервированные (ферментированные) продукты / canned (fermented) foods	0,6	0,9	0,9
2.17	без сахара / sugar-free	0,4	0,5	0,6
2.18	безалкогольные напитки (коктейли) / soft drinks	0,2	0,2	0,1
2.19	энергетические напитки (энергетики) / energy drinks	0,1	0,1	0,1
2.20	готовая еда (быстрое приготовление) / ready meal	0,1	0,2	0,3
3	Места покупки и потребления продуктов питания / Places of food purchase and consumption	16,4	24,3	15,9
3.1	сервисы онлайн-доставки, заказ продуктов через интернет / online delivery services, ordering food products online	6,1	11,2	11,4
3.2	супермаркеты (продуктовые магазины, гипермаркеты и иные сетевые торговые точки) / supermarkets (grocery stores, hypermarkets, and other food store chains)	4,6	5,6	1,6
3.3	фермерский рынок (фермерские продукты) / farmers' market (farm fresh food)	0,8	0,9	1,4
3.4	овощной (фруктовый) киоск или ларек / vegetable (fruit) stand or stall	0,1	0,2	0,0
3.5	узкоспециализированные торговые точки (булочные, пекарни) / specialized food stores (bakeries)	0,1	0,2	0,1
3.6	фастфуд (фастфуд) / fast food	1,9	2,9	4,0
3.7	готовить еду, домашняя еда / cooking, home cooking	85,5	78,4	80,5
3.8	(обедать, ужинать, есть, кушать, сидеть) в ресторане (кафе, кофейне, буфете, столовой, баре) / (have lunch, dinner) at a restaurant (café, coffee shop, buffet, canteen, bar)	0,8	0,5	0,9
4	Специальные пищевые привычки и практики питания / Special eating habits and dietary practices	8,0	6,9	7,5
4.1	диеты, пищевые ограничения, низкокалорийные продукты / diets, food restrictions, low-calorie foods	86,0	80,0	80,1
4.2	питание при пищевых аллергиях и непереносимостях / elimination diet due to food allergy and/or intolerance	3,5	4,4	3,9
4.3	глютен / gluten	2,8	3,4	4,3
4.4	вегетарианство, веганство и сыроедение / vegetarian, vegan, raw food diet	2,6	8,0	5,3
4.5	поститься (соблюдать пост) / fasting	2,4	1,8	4,7
4.6	спортивное питание / sports nutrition	2,4	2,0	1,4
4.7	безглютеновый / gluten-free	0,2	0,5	0,3

Продолжение таблицы

	Категории и единицы анализа / Categories and units of analysis	Временной период / Time span		
		до пандемии / before the pandemic (01.01.2018–28.02.2020)	во время / during (01.03.2020–30.06.2022)	после / after (01.07.2022–31.08.2023)
5	Эмоциональные факторы и стресс в практиках питания / Emotional factors and stress in dietary practices	2,9	3,4	3,3
5.1	недоедание, голодание / malnutrition	25,5	21,5	26,3
5.2	принятие пищи с аппетитом / eating with gusto	19,1	12,1	6,8
5.3	приготовление еды, чтобы расслабиться, успокоиться (приготовление еды как хобби) / cooking for relaxation, stress relief (cooking as a hobby)	15,5	9,9	11,8
5.4	праздничные мероприятия, праздничность, званые ужины, застолья, банкеты / festive events, festivity, dinner parties, feasts, banquets	15,1	39,4	30,4
5.5	переедание / overeating	14,4	8,4	14,7
5.6	нарушения пищевого поведения (в т. ч. анорексия, булимия) / eating disorders, including anorexia, bulimia	5,8	5,5	5,3
5.7	отказ от еды (гипофагия) / reduced ingestion of food (hypophagia)	2,9	1,3	3,3
5.8	отсутствие аппетита (афагия) / нежелание есть (кушать, употреблять пищу) / lack of appetite (aphagia) / unwillingness to eat	1,0	1,2	0,8
5.9	интуитивное питание / intuitive eating	0,5	0,1	0,0
5.10	пищевая зависимость / food addiction	0,3	0,5	0,4
5.11	комфортная, уютная еда / comfort, cozy food	0,0	0,1	0,0

Примечания: * – сумма долей пяти обозначенных в таблице категорий (выделены серым) равна 100 % по каждому временному периоду; ** – сумма долей единиц анализа в структуре каждой категории равна 100 % в каждом временном периоде.

Notes: * the sum of shares of the five categories shown in the table (highlighted in gray) is equal to 100 % for each time span; ** the sum of shares of the units of analysis in the structure of each category is equal to 100 % for each time span.

сладости (3,9; 6,2 и 5,1 %) и кофе (3,0; 3,0 и 3,4 %), традиционно относимые к «неполезным» продуктам питания, вошли в десятку наиболее популярных по частоте встречаемости в текстах.

В периоды до, во время и после пандемии COVID-19 пользователи сети Интернет не демонстрировали интереса к замороженным (0,8; 0,3 и 0,5 % соответственно) и консервированным продуктам (0,6; 0,9 и 0,9 %), использующимся для обеспечения и пополнения запасов, реже упоминали быстрые и удобные варианты приготовления пищи (0,1; 0,2 и 0,3 %), энергетические напитки (по 0,1 %) и безалкогольные коктейли (0,2; 0,2 и 0,1 %).

Места потребления и приобретения продуктов. Исследовательский фокус на инфраструктуре питания в контексте здоровья и здоровьесберегательных практик демонстрирует, как россияне адаптировали свои покупательские стратегии и потребление пищи в ответ на пандемию COVID-19 и как она повлияла на выбор, способы приобретения и приготовления продуктов питания.

В соответствии с результатами анализа данных мы видим, что информация о местах потребления пищи тесно сопряжена с процессом ее приготовления. В 81,5 % случаев в текстах данной категории употребляются такие лексемы, как «готовка», «готовим вместе», «приготовить еду», «выпечка», «домашняя еда» и т. п., то есть люди, когда говорят о месте, где едят, чаще всего обсуждают домашние трапезы. Для сравнения, питание вне дома (посещение ресторанов, кафе и прочих общественных мест) практически не занимает пространство презентации данной темы (таблица).

Среди мест приобретения продуктов питания на первый план выходит «использование сервисов онлайн-доставки» и «заказ продуктов питания через Интернет», они в среднем составляют 9,6 % от общего объема информационных материалов категории

«Места покупки и потребления продуктов питания». Если же выделять «места покупки продуктов питания» как субкатегорию, то распределение выглядит следующим образом: до пандемии интернет-заказ продуктов упоминается в 51,8 % случаев, во время пандемии – в 61,8 %, после – в 78,5 %. Вторым по популярности местом пополнения пищевых запасов выступают большие сетевые магазины, затем следуют фермерские рынки (таблица).

Специальные пищевые привычки и практики питания. Анализ «специальных» пищевых привычек и практик питания россиян в контексте пандемии COVID-19 и здоровья позволяет проследить, как эпидемиологический кризис сказывается на диетологических предпочтениях и каким образом здоровьесберегательные практики и диеты деформируются в зависимости от ситуации.

Категория «Специальные пищевые привычки и практики питания» (доля категории в массиве упоминаний практик питания и пищевого поведения составила 7,5 % в среднем за три периода) на 82 % детерминируется смысловыми единицами, отсылающими к «диетам», «диетическим практикам» и пищевым ограничениям, включающими в себя потребление «низкокалорийных продуктов», на 5,3 % – обсуждениями в социальных сетях применения практик «вегетарианства», «веганства» и «сыроедения», еще на 3,9 % – пищевых «аллергий» и «непереносимостей».

Сообщения, связанные с различными видами диет, в общем объеме текстовых материалов данной категории сократились во время и сохраняют объем того же уровня встречаемости после пандемии по сравнению с периодом до ее начала (с 86 до 80 %). Наблюдается возросший интерес к практикам вегетарианства, веганства и сыроедения в период распространения коронавирусной инфекции и после окончания пандемии (для каждого из

трех периодов в хронологическом порядке процент упоминаний в общем объеме категории составляет 2,6; 8,0 и 5,3 % соответственно). Практики питания, при которых соблюдаются религиозные посты и пищевые ограничения, обусловленные ими, также присутствуют в пространстве интернет-репрезентации пищевого поведения, и их количество увеличивается на этапе выхода из кризиса до 4,7 % в общем объеме текстовых материалов категории по сравнению с 2,4 и 1,8 % в периоды до и во время пандемии. Процентная доля отметок, связанных с безглютеновым потреблением и диетой, остается низкой на протяжении всего периода исследования, что указывает на стабильность обсуждения этих привычек в публичном информационном поле (в среднем 0,3 %). Интерес к спортивному питанию немного снизился среди россиян в периоды кризисных событий (с 2,4 до 2,0 % во время пандемии, и до 1,4 % – после нее).

Пищевые практики, детерминированные эмоциональными переживаниями и стрессом. Категория «Эмоциональные факторы и стресс в практиках питания» включает в себя два аспекта. Первый – это рассмотрение связанных с нарушением пищевого поведения практик, которые сами по себе являются стрессорами и в условиях эпидемиологического неблагополучия могут усугублять риски нарушений здоровья. Второй – пищевые практики, направленные на поддержание эмоционального баланса человека. К первой группе были отнесены такие единицы счета, как «недоедание, голодание» (наиболее значимый компонент), «анорексия, булимия», «пищевая зависимость», «отсутствие аппетита (афагия)» и «отказ от еды (гипофагия)». В соответствии с периодами времени освещение в социальных сетях данных состояний занимало долю в анализируемой категории в 35,4 %, которая в период пандемии сократилась до 29,9 %, а впоследствии вернулась к исходному значению и даже немного выросла, составив 36,2 %. Вторая группа включала «принятие пищи с аппетитом», «готовить еду, чтобы расслабиться, успокоиться (приготовление еды как хобби)», «праздничные мероприятия, праздничность, званые ужины, застолья, банкеты», «переедание», «интуитивное питание», «комфортная, уютная еда». Выявлено, что среди составляющих данной группы количество упоминаний в постах, записях в социальных сетях и комментариях к ним, связанных с указанием на праздничность и торжественность атмосферы принятия пищи, самое многочисленное: в 2,6 раза выше во время пандемии (39,4 %) и в 2 раза больше после нее (30,4 %), чем до (15,1 %). Также заметна доля упоминаний о приготовлении пищи как расслабляющем процессе, хотя во время пандемии процент таких сообщений немного ниже (9,9 %), чем до (15,5 %) и после (11,8 %) (таблица).

Обсуждение. Субъективные типы питания являются отражением того, как россияне адаптировали свой рацион к условиям пандемии и связанным с ней ограничениям и психологическим переживаниям, а впоследствии модифицировали и дополняли его. В сообщениях пользователей социальных сетей прослеживается, что значительным аспектом,

оказывающим воздействие на иммунитет в период эпидемии, вызванной коронавирусной инфекцией, представляется обеспечение организма витаминами и минеральными элементами. Основной рацион россиян вне зависимости от рассматриваемого периода составляют фрукты и ягоды, молочные и кисломолочные продукты (выступают в качестве индикатора сохранения традиционных элементов пищевого рациона, которые предоставляют важные питательные вещества, включая кальций и пробиотики), овощи и корнеплоды, вода, орехи и семена, чай, мясо, алкоголь и сладости (перечисление дано в порядке убывания доли в категории «Пищевые предпочтения в продуктах»). Высокий уровень упоминаний фруктов, ягод и овощей демонстрирует не последнее место, занимаемое растительными продуктами в рационе питания, и указывает на стремление людей к укреплению иммунитета и поддержанию здоровья. Однако в период распространения коронавирусной инфекции доля таких публикаций была ниже, чем в иные временные отрезки. В других странах в период пандемии наблюдалось увеличение потребления фруктов и в особенности овощей. Например, это зафиксировано в сравнительном межконтинентальном исследовании изменений практик питания (Ирландия, Великобритания, США и Новая Зеландия) [8]. Также встречаются исследования, которые делают вывод о стабильности и устойчивости пищевого поведения людей, несмотря на кризисную ситуацию [9, 10], что ближе к представленным здесь результатам. А по данным еще одного межстранового сравнения изменений в питании людей в период распространения COVID-19 (Финляндия, Франция, Германия, Греция, Италия, Польша, Румыния, Испания, Швеция и Великобритания) было определено 5 типов пищевого поведения: «устойчивый», на который приходится 60,0 % выборки, «ориентированный на осознанное питание», «ориентированный на удовольствие и удобство», «вовлеченный в приготовление еды» и «пассивный» (5,0 %) [11]. Отметим, что, несмотря на сокращение в период кризиса, включение в рацион фруктов и овощей вернулось к допандемийному уровню или стало большим в постпандемийное время, что говорит о закреплении установок на здоровое питание среди россиян.

Количество упоминаний о воде свидетельствует о важности гидратации, что является ключевым аспектом здоровья. Интересным моментом оказалось повышение потребления чая в пандемию. С одной стороны, в контексте здоровьесохранного поведения, чай может обозначаться как продукт, имеющий антиоксидантные свойства и способствующий укреплению иммунитета [12], с другой – вместе с чаем замечен рост сообщений о различных сладостях и хлебобулочных изделиях, а также о домашней кухне, что обнаруживает увеличение количества перекусов [13], чайных пауз, появление домашней выпечки [14], которые могут быть попыткой справиться со стрессом. Турецкие исследователи, проверяя связь между страхом перед пандемией и пищевыми практиками, выявили, что увеличение показателей респондентов по тесту на генерализованное

тревожное расстройство обуславливало повышение потребления орехов/семечек, а также хлеба, тортов, десертов и чая [15].

Относительно высокая доля текстов в категории «Пищевые предпочтения в продуктах» с упоминанием алкогольных напитков (в среднем 3,7 %) сопряжена с акцентом на праздничных трапезах и застольях во время и после пандемии в категории «Эмоциональные факторы и стресс в практиках питания» и может рассматриваться как способ компенсации тревожных состояний с помощью праздничных угощений и онлайн-вечеринок. Обсуждение алкоголя стало более частым уже после пандемии, что также указывает на использование его в качестве средства для снятия стресса в связи с сохранением высокой напряженности социальных контекстов [16]. Популярность спиртосодержащих напитков обусловлена также и социокультурными нормами и традициями российского общества, придающими алкоголю важное значение не только в жизненных событиях, традициях и обрядах, но и в здоровье [17].

Сокращение упоминаний посещения продуктовых сетей указывает, во-первых, на введенные во время пандемии ограничения, во-вторых, на замену традиционных практик «хождения» по магазинам онлайн-доставками и заказами товаров через Интернет. Рост упоминаний совершения онлайн-покупок свидетельствует о предпочтении заказывать продукты онлайн, чтобы избежать риска заражения и соблюсти меры социального дистанцирования во время карантина, а также о продолжении использования и популяризации данного способа приобретения товаров уже после завершения «эпохи COVID-19». Результаты ежегодного исследования онлайн-торговли в России от «Яндекс.Маркета» и компании GfK Rus подтверждают полученные нами данные. В 2019 г. 42,4 % городского населения страны совершали покупки онлайн, и среди них только треть (34,1 %) заказывали продукты питания, в 2020 г. доля потребителей интернет-магазинов выросла на 7,4 % и составила 50,2 %, а еду стали заказывать уже 40,2 % из них, причем пятая часть делала это по причинам соблюдения мер эпидемиологической безопасности, в 2021 г. онлайн-закупками занимались 52,4, и 49,7 % покупали продукты (из соображений безопасности – 15 %), в 2022 г. – 58,3 и 55,4 % (7,9 %) соответственно⁷.

Диеты представлены в анализируемом материале больше до пандемии, но не во время или после, что указывает на изменения приоритетов в обсуждении пищевых стратегий в условиях стресса и ограничений. В контексте пандемии россияне стали в меньшей мере обсуждать диетические ограничения, возможно, в том числе и из-за недоступности определенных продуктов. Возросший во время пандемии интерес к вегетарианству свидетельствует об интересе к альтернативным способам питания и растительным рационам питания, связанным с заботой о здоровье. Вегетарианские и веганские диеты, основанные на овощах, фруктах, орехах, зернах и бобовых, могут способствовать укреплению иммунной системы

и поддержанию общего здоровья. По некоторым данным такое питание способствует профилактике COVID-19 [18]. А, например, итальянское исследование выявило интерес интернет-пользователей во время пандемии к кетогенным диетам и интервальному голоданию [19].

Подводя итоги, следует отметить, что здоровьесбережение тесно связано с выбором продуктов и пищевым поведением. В ходе анализа было обнаружено, что упоминания «здоровых (сбалансированных, правильных) питания, еды и продуктов» встречаются гораздо чаще, чем их антонимов – «нездоровых (несбалансированных, неправильных)», что указывает на стремление россиян к обсуждению более осознанного и здорового питания. Вместе с тем наиболее часто упоминаемыми продуктами в контексте здоровьесбережения являются фрукты, овощи, а также молочные продукты, и они в этом отношении могут рассматриваться в качестве ключевых компонентов здорового рациона и поддержания хорошего самочувствия. Кроме этого, интересным аспектом исследования является изменение покупательского поведения в свете ограничительных мер, введенных во время пандемии. Наблюдается переход от обсуждения традиционных методов приобретения продуктов в офлайн-магазинах к использованию онлайн-сервисов доставки и интернет-покупок.

Ограничения исследования. Во-первых, технические трудности сбора данных, связанные с их парсингом и фильтрацией, а также настройкой ключевых слов, могли ухудшить качество материала [9]. Во-вторых, поскольку изучался только интернет-дискурс, в частности две социальные сети, мы не можем репрезентировать практики, характерные для социальных групп, слабо включенных в интернет-пространство (люди старших возрастов, жители территорий с низкой доступностью интернета). В-третьих, дискурс о практиках является лишь косвенным источником информации о поведении, которое может отличаться от его публичной репрезентации.

Закключение. В период пандемии коронавируса россияне проявляли гибкий подход к своему питанию. Праздничные события и радость от еды приобретают для людей более высокое значение как средство преодоления стресса и улучшения настроения, и эта тенденция сохраняется после пандемии. В целом же результаты исследования позволяют сделать вывод, что в большинстве россияне стабильны в своих пищевых практиках в контексте здоровьесбережения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Карамнова Н.С., Драпкина О.М. COVID-19 и питание: новые акценты, прежние приоритеты (обзор рекомендаций) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020. Т. 19. № 3. С. 327–330. doi: 10.15829/1728-8800-2020-2576
Karamnova NS, Drapkina OM. COVID-19 and nutrition: New emphases, old priorities (review of guidelines). *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika*. 2020;19(3): 327–330. (In Russ.) doi: 10.15829/1728-8800-2020-2576

⁷ Развитие онлайн-торговли в России. 2022 // Яндекс. 2023. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://yandex.ru/company/researches/2022/ecomdash#whatToBuy> (дата обращения: 15.01.2024).

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-2-18-25>
Original Research Article

2. Muscogiuri G, Barrea L, Savastano S, Colao A. Nutritional recommendations for COVID-19 quarantine. *Eur J Clin Nutr.* 2020;74(6):850–851. doi: 10.1038/s41430-020-0635-2
3. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Бурляева Е.А., Хотимченко С.А., Батурич А.К., Стародубова А.В., Камбаров А.О., Шевелева С.А., Жилинская Н.В. COVID-19: новые вызовы для медицинской науки и практического здравоохранения // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 3. С. 6–13. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10024.
4. Tutelyan VA, Nikityuk DB, Burlayeva EA, et al. COVID-19: New challenges for medical science and practical health. *Voprosy Pitaniya.* 2020;89(3):6–13. (In Russ.) doi: 10.24411/0042-8833-2020-10024
5. Touyz S, Lacey H, Hay P. Eating disorders in the time of COVID-19. *J Eat Disord.* 2020;8:19. doi: 10.1186/s40337-020-00295-3
6. Phillipou A, Meyer D, Neill E, et al. Eating and exercise behaviors in eating disorders and the general population during the COVID-19 pandemic in Australia: Initial results from the COLLATE project. *Int J Eat Disord.* 2020;53(7):1158–1165. doi: 10.1002/eat.23317
7. Coulthard H, Sharps M, Cunliffe L, van den Tol A. Eating in the lockdown during the Covid 19 pandemic; self-reported changes in eating behaviour, and associations with BMI, eating style, coping and health anxiety. *Appetite.* 2021;161:105082. doi: 10.1016/j.appet.2020.105082
8. Dong X, Lian Y. A review of social media-based public opinion analyses: Challenges and recommendations. *Technol Soc.* 2021;67:101724. doi: 10.1016/j.techsoc.2021.101724
9. Murphy B, Benson T, McCloat A, et al. Changes in consumers' food practices during the COVID-19 lockdown, implications for diet quality and the food system: A cross-continental comparison. *Nutrients.* 2020;13(1):20. doi: 10.3390/nu13010020
10. Janssen M, Chang BPI, Hristov H, Pravst I, Profeta A, Millard J. Changes in food consumption during the COVID-19 pandemic: Analysis of consumer survey data from the first lockdown period in Denmark, Germany, and Slovenia. *Front Nutr.* 2021;8:635859. doi: 10.3389/nu.2021.635859
11. Poelman MP, Gillebaart M, Schlinkert C, et al. Eating behavior and food purchases during the COVID-19 lockdown: A cross-sectional study among adults in the Netherlands. *Appetite.* 2021;157:105002. doi: 10.1016/j.appet.2020.105002
12. Grunert KG, De Bauw M, Dean M, et al. No lockdown in the kitchen: How the COVID-19 pandemic has affected food-related behaviours. *Food Res Int.* 2021;150(Pt A):110752. doi: 10.1016/j.foodres.2021.110752
13. Chowdhury P, Barooah AK. Tea bioactive modulate innate immunity: In perception to COVID-19 pandemic. *Front Immunol.* 2020;11:590716. doi: 10.3389/fimmu.2020.590716
14. Bakaloudi DR, Jeyakumar DT, Jayawardena R, Chourdakis M. The impact of COVID-19 lockdown on snacking habits, fast-food and alcohol consumption: A systematic review of the evidence. *Clin Nutr.* 2022;41(12):3038–3045. doi: 10.1016/j.clnu.2021.04.020
15. Easterbrook-Smith G. By bread alone: Baking as leisure, performance, sustenance, during the COVID-19 crisis. *Leis Sci.* 2021;43(1-2):36–42. doi: 10.1080/01490400.2020.1773980
16. Kaya S, Uzdil Z, Cakiroğlu FP. Evaluation of the effects of fear and anxiety on nutrition during the COVID-19 pandemic in Turkey. *Public Health Nutr.* 2021;24(2):282–289. doi: 10.1017/S1368980020003845
17. Акарачкова Е.С., Беляев А.А., Кадырова Л.Р., Климов Л.В., Котова О.В. Стресс и питание. РМЖ // Медицинское обозрение. 2021;5(5):316–321. doi: 10.32364/2587-6821-2021-5-5-316-321.
18. Akarachkova ES, Belyaev AA, Kadyrova LR, Klimov LV, Kotova OV. Stress and nutrition. *RMZh. Meditsinskoe Obozrenie.* 2021;5(5):316–321. (In Russ.) doi: 10.32364/2587-6821-2021-5-5-316-321
19. Бочаров В.В. Русская празднично-питьевая культура и власть (антропологический аспект) // Журнал социологии и социальной антропологии. 2016. Т. XIX. № 4 (87). С. 178–192. [Электронный ресурс] / URL: <http://jourssa.ru/jourssa/article/view/552>
20. Bocharov VV. [Russian festive and drinking culture and power: Anthropological perspective.] *Zhurnal Sotsiologii i Sotsial'noy Antropologii.* 2016;19(4):178–192. (In Russ.) Accessed February 29, 2024. <http://jourssa.ru/jourssa/article/view/552>
21. Veljković M, Pavlović DR, Stojanović NM, Džopalić T, Popović Dragonjić L. Behavioral and dietary habits that could influence both COVID-19 and non-communicable civilization disease prevention – What have we learned up to now? *Medicina (Kaunas).* 2022;58(11):1686. doi: 10.3390/medicina58111686
22. Nucci D, Santangelo OE, Nardi M, Provenzano S, Gianfredi V. Wikipedia, Google Trends and diet: Assessment of temporal trends in the Internet users' searches in Italy before and during COVID-19 pandemic. *Nutrients.* 2021;13(11):3683. doi: 10.3390/nu13113683

Сведения об авторах:

✉ **Бург** Анастасия Олеговна – к.соц.н., доцент кафедры социологии; e-mail: an-bg@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2901-3932>.

Сирковская Татьяна Владимировна – социолог Центра социологических исследований; e-mail: sirkovsk1624@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3983-5994>.

Информация о вкладе авторов: разработка дизайна исследования, интерпретация результатов, подготовка рукописи: **Бург А.О.**; сбор данных, обработка и статистический анализ результатов, подготовка таблиц: **Сирковская Т.В.** Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-18-00480 «Самосохранительные стратегии россиян в условиях новой нормальности».

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 26.01.23 / Принята к публикации: 09.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

✉ **Anastasiya O. Burg**, Cand. Sci. (Sociol.), Associate Professor, Department of Sociology; e-mail: an-bg@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2901-3932>.

Tatyana V. Sirkovskaya, Sociologist, Social Research Center at the Perm State University; e-mail: sirkovsk1624@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3983-5994>.

Author contribution: study conception and design, interpretation of results, draft manuscript preparation: **Burg A.O.**; data collection, processing and statistical analysis, preparation of tables: **Sirkovskaya T.V.** Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-18-00480, Self-preservation strategies of Russians in the context of new normality.

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

Received: January 26, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: February 29, 2024



Соматические симптомы и поведение, связанное с риском для здоровья, в среде российской молодежи: уроки пандемии COVID-19

А.А. Золотарева

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
ул. Мясницкая, д. 20, г. Москва, 101000, Российская Федерация

Резюме

Введение. В период пандемии COVID-19 жители многих стран стали более подверженными поведению, связанному с риском для здоровья. Современные специалисты изучили психологические, но не психосоматические последствия этой подверженности.

Цель. Целью настоящего исследования является изучение соматических симптомов и поведения, связанного с риском для здоровья, частоты их встречаемости и взаимосвязанностей у российской молодежи в период пандемии COVID-19.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 1050 молодых россиян в возрасте от 18 до 25 лет, опрошенных в 2021–2022 гг. Все участники исследования заполнили опросник здоровья пациента (Patient Health Questionnaire-15) и анкету с вопросами о поведенческих паттернах в отношении сна, питания, курения, употребления алкоголя и физической активности в период пандемии COVID-19.

Результаты. Среди молодых россиян 32 % были подвержены соматизации, 79 % спали менее 7 часов в сутки, 89 % питались вредными для здоровья продуктами, 40 % курили обычные или электронные сигареты, 46 % часто употребляли алкоголь, 81 % имели низкие физические нагрузки. Соматизация чаще встречалась у женщин, а поведение, связанное с риском для здоровья, чаще наблюдалось у мужчин и респондентов с соматическими симптомами.

Заключение. Необходима разработка и внедрение программ психологического просвещения и профилактики соматизации и поведения, связанного с риском для здоровья.

Ключевые слова: соматические симптомы, поведение, связанное с риском для здоровья, психологическое просвещение, психологическая профилактика, пандемия COVID-19

Для цитирования: Золотарева А.А. Соматические симптомы и поведение, связанное с риском для здоровья, в среде российской молодежи: уроки пандемии COVID-19 // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 26–31. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-26-31

Somatic Symptoms and Health Risk Behavior in Russian Youth: Lessons Learned from the COVID-19 Pandemic

Alena A. Zolotareva

National Research University "Higher School of Economics", 20 Myasnitckaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation

Summary

Introduction: People of many countries have become more susceptible to health risk behavior during the COVID-19 pandemic. Modern experts have studied psychological, but not psychosomatic outcomes of this susceptibility.

Objective: To examine somatic symptoms and health risk behavior, their prevalence and associations among Russian youth during the COVID-19 pandemic.

Materials and methods: In 2021–2022, 1,050 young Russians aged 18 to 25 years were surveyed. They filled out the Patient Health Questionnaire-15 and a form containing questions about behavioral patterns in relation to sleep, diet, smoking, alcohol consumption, and physical activity during the COVID-19 pandemic.

Results: Among the respondents, 32 % were somatized, 79 % slept less than 7 hours a day, 89 % ate junk food, 40 % smoked regular or electronic cigarettes, 46 % often consumed alcohol, and 81 % had low physical activity. Somatization was more frequent in women, while health risk behavior was more common in men and the respondents with somatic symptoms.

Conclusion: It is important to develop and implement programs of psychological education and prevention of somatization and health risk behavior.

Keywords: somatic symptoms, health risk behavior, psychological education, psychological prevention, COVID-19 pandemic.

Cite as: Zolotareva AA. Somatic symptoms and health risk behavior in Russian youth: Lessons learned from the COVID-19 pandemic. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):26–31. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-26-31

Введение. После объявления пандемии COVID-19 правительства многих стран разработали рекомендации для профилактики заболеваемости вирусом SARS-CoV-2. Эти рекомендации были направлены не только на поддержание поведения, связанного с защитой от заражений, но и на снижение числа поведенческих паттернов, связанных с риском для здоровья, потому что курение, употребление алкоголя, нездоровое питание и низкие физические нагрузки являются факторами риска тяжелого течения и летального исхода заболевания вирусом SARS-CoV-2 [1].

По данным зарубежных исследователей, поведение, связанное с риском для здоровья, было универсальным и часто встречающимся в разных странах в период пандемии COVID-19. Американцы в 84 % случаев указывали по крайней мере на один поведенческий паттерн, связанный с риском для здоровья, при этом у 50 % опрошенных снизилась физическая активность, у 30 % уменьшилось количество часов ночного отдыха, у 33 % увеличилось потребление сладостей и у 29 % уменьшилось потребление фруктов и овощей [2]. Те же 84 % населения с поведением, связанным с риском для

здоровья, были обнаружены в Таиланде [3]. В крупном исследовании, посвященном изучению здоровья, старения и выхода на пенсию в Европе (Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe, SHARE), было показано, что в период пандемии 36 % людей в возрасте 50 лет и старше имели по крайней мере один поведенческий паттерн, связанный с риском для здоровья, и 17 % опрошенных сообщали о трех и более подобных поведенческих стратегиях [1].

В период пандемии COVID-19 поведение, связанное с риском для здоровья, не стало более редким по сравнению с допандемическими наблюдениями [4], а в некоторых случаях даже стало более распространенным, например в отношении плохого качества сна, недостаточных физических нагрузок, чрезмерного курения и употребления алкогольных напитков, использования телевидения, онлайн-игр, мобильного телефона и социальных сетей [5].

Специалисты объясняют эти закономерности тем, что поведение, связанное с риском для здоровья, может быть одним из способов совладания в кризисных обстоятельствах. Так, американские исследователи оценили взаимосвязи между фрустрацией базовых потребностей и выбором неадаптивных поведенческих стратегий в подростковой среде [6]. Они обнаружили, что 21 % американских подростков жаловались на фрустрацию базовых потребностей (у 11 % семей было недостаточно средств для покупки продуктов питания, у 9 % – для аренды или оплаты жилья, у 7 % – для оплаты транспортных расходов, у 8 % подростков не было возможности посещать школу) и 83 % признавались в поведении, связанном с риском для здоровья (9 % употребляли алкоголь, 11 % курили обычные или электронные сигареты, 13 % курили марихуану, 24 % наносили самоповреждения). Чем больше у подростков было фрустрированных базовых потребностей, тем чаще они выбирали неадаптивные поведенческие стратегии.

Поведение, связанное с риском для здоровья, имеет долгосрочные негативные последствия. Плохой сон, физическая неактивность, неправильное питание и увеличенное время, проводимое перед экранами гаджетов в развлекательных целях, сохранялись в подростковой среде при двухлетних наблюдениях в период пандемии [7]. В этой связи важным является изучение взаимосвязей между поведением, связанным с риском для здоровья, и симптомами соматического и психосоматического неблагополучия в среде молодежи как уязвимой группы населения. До пандемии исследователи обнаружили, что соматизация связана с нездоровым образом жизни подростков в виде курения и употребления алкоголя [8], но до сих пор не было проведено исследований, направленных на изучение взаимосвязей между соматическими симптомами и поведением, связанным с риском для здоровья, в период пандемии COVID-19. Подобные исследования нужны для дальнейшего понимания и осмысления проблемы неадаптивных стратегий в отношении здоровья и здоровьесберегающего поведения.

Цель исследования – изучить соматические симптомы и поведение, связанное с риском для

здоровья, частоту их встречаемости и взаимосвязанности у российской молодежи в период пандемии COVID-19.

Материалы и методы. Исследование стало частью масштабного опроса россиян о соматических симптомах в период пандемии COVID-19, проведенного в 2021–2022 гг. Опрос был проведен в форме онлайн-тестирования, приглашение к участию в исследовании было размещено в социальных сетях и разослано подписчикам платформы «Анкетолог».

Участниками исследования стали 1050 россиян, в том числе 711 (68 %) женщин и 339 (32 %) мужчин в возрасте от 18 до 25 лет ($M = 19,31$; $SD = 1,28$).

Участники исследования заполняли опросник, сформированный с использованием следующих инструментов.

1. Опросник здоровья пациента (Patient Health Questionnaire-15, PHQ-15) измеряет общий уровень соматизации на основании степени выраженности специфических соматических симптомов («боль в спине», «головная боль», «боль в грудной клетке», «головокружение», «чувство усталости или недостаток энергии» и т. д.) [9]. Соматизация считается клинически значимой при ≥ 10 баллах по PHQ-15 [10].

2. Анкета с вопросами о поведении, связанном с риском для здоровья, была взята из краткого многомерного опросника оценки образа жизни (Short Multidimensional Inventory on Lifestyle Evaluation, SMILE), разработанного для оценки поведения в отношении здоровья в период пандемии COVID-19 [11]. Вопросы оценивают наличие или отсутствие в течение прошедшего месяца поведенческих паттернов в отношении сна («спали 7 и более часов в сутки»), питания («ели вредные для здоровья продукты (фастфуд, полуфабрикаты и т. д.)»), курения («курили обычные или электронные сигареты»), частого употребления алкоголя («употребляли алкоголь в объеме 5 (для мужчин) или 4 (для женщин) порций алкогольных напитков»), физических нагрузок («не менее двух-трех раз в неделю делали зарядку, бегали, ходили быстрым шагом и т. д.»). Отрицательные ответы на вопросы о сне и физических нагрузках, а также положительные ответы на вопросы о питании, курении и употреблении алкоголя считались свидетельствующими в пользу поведения, связанного с риском для здоровья.

Аналитическая стратегия заключалась в использовании методов описательной статистики и χ^2 -критерия Пирсона. Все данные были обработаны с помощью статистического пакета SPSS Statistics 27.0.

Результаты. В табл. 1 показана статистика соматических симптомов и поведения, связанного с риском для здоровья, в период пандемии COVID-19. Среди опрошенных 32 % имели клинически значимую соматизацию. Сообщения о специфических соматических симптомах варьировались в пределах от 11 % (для боли или дискомфорта во время полового акта как самого редкого в сообщениях соматического симптома) до 82 % (для чувства усталости или недостатка энергии как самого часто сообщаемого соматического симптома). При этом более половины опрошенных также отмечали

боль в животе, боль в спине, боль в руках, ногах или суставах, головную боль и проблемы со сном. В отношении поведения, связанного с риском для здоровья, более трети респондентов указывали на то, что курят обычные или электронные сигареты и употребляют алкоголь, в 79–89 % случаев опрошенные сообщали о недостаточном сне, нездоровом питании и физической неактивности в период пандемии COVID-19.

Женщины были более подвержены соматизации, чем мужчины ($\chi^2(1) = 18,362, p < 0,001$), они чаще сообщали о боли в животе ($\chi^2(1) = 70,518, p < 0,001$), боли в спине ($\chi^2(1) = 26,543, p < 0,001$), боли в руках, ногах или суставах ($\chi^2(1) = 7,337, p = 0,007$), головной боли ($\chi^2(1) = 31,227, p < 0,001$), головокружении ($\chi^2(1) = 38,479, p < 0,001$), одышке ($\chi^2(1) = 5,688, p = 0,017$), боли или дискомфорте во время полового акта ($\chi^2(1) = 3,960, p = 0,047$), тошноте, метеоризме или расстройстве желудка ($\chi^2(1) = 13,700, p < 0,001$), чувстве усталости или недостатке энергии ($\chi^2(1) = 90,237, p < 0,001$), но не чаще, чем мужчины, испытывали боль в грудной клетке ($\chi^2(1) = 0,116, p = 0,734$), ощущение сильного сердцебиения ($\chi^2(1) = 2,583, p = 0,108$), запор или диарею ($\chi^2(1) = 1,966, p = 0,161$), проблемы со сном ($\chi^2(1) = 1,497, p = 0,221$). При этом мужчины чаще курили обычные или электронные сигареты ($\chi^2(1) = 11,404, p = 0,001$) и употребляли алкоголь ($\chi^2(1) = 6,606, p = 0,010$), но с той же частотой, что и женщины, сообщали о сне менее 7 часов в сутки ($\chi^2(1) = 0,938, p = 0,333$), питании вредными для здоровья продуктами ($\chi^2(1) = 0,791, p = 0,374$) и физической неактивности ($\chi^2(1) = 1,856, p = 0,173$).

Соматические симптомы и поведение, связанное с риском для здоровья, оказались взаимосвязанными. Респонденты с соматическими симптомами чаще сообщали о том, что спят менее 7 часов в сутки ($\chi^2(1) = 21,696, p < 0,001$), питаются вредными для здоровья продуктами ($\chi^2(1) = 3,272, p = 0,070$), курят обычные или электронные сигареты ($\chi^2(1) = 15,282, p < 0,001$), чаще употребляют алкоголь ($\chi^2(1) = 7,555, p = 0,006$) и избегают физической активности ($\chi^2(1) = 7,011, p = 0,008$), чем респонденты без соматических симптомов. Табл. 2 иллюстрирует различия в поведении, связанном с риском для здоровья, у респондентов с соматическими симптомами и респондентов без соматических симптомов.

Обсуждение. Соматические симптомы встречались у 32 % молодых россиян. Данная статистика совпадает с глобальными оценками соматизации в период пандемии COVID-19, которые указывают на клинически значимые соматические симптомы у 31 % взрослого населения и 35 % молодых людей, проживающих в Китае [12, 13]. В России нет данных о частоте встречаемости соматизации у молодых людей до пандемии COVID-19, однако результаты зарубежных сравнительных исследований показывают, что в период пандемии наблюдался значительный рост частоты и тяжести соматических симптомов у молодых людей [14]. Самые распространенные симптомы, в частности проблемы со сном (65 % случаев), головная боль (69 % случаев) и чувство усталости или недостаток энергии (82 % случаев), являются также самыми распространенными соматическими симптомами людей, перенесших вирус SARS-CoV-2 и жалующихся на бессонницу (67 %

Таблица 1. Статистика соматических симптомов и поведения, связанного с риском для здоровья, в период пандемии COVID-19

Table 1. Somatic symptoms and health risk behavior during the COVID-19 pandemic

Характеристика / Characteristic	Общая выборка / Total sample	Женщины / Women	Мужчины / Men
Соматические симптомы / Somatic symptoms			
Боль в животе / Stomach pain	56 %	64 %	37 %
Боль в спине / Back pain	63 %	68 %	51 %
Боль в руках, ногах или суставах / Pain in arms, legs, or joints	53 %	56 %	47 %
Головная боль / Headaches	69 %	75 %	58 %
Боль в грудной клетке / Chest pain	23 %	23 %	22 %
Головокружение / Dizziness	38 %	44 %	24 %
Ощущение сильного сердцебиения / Feeling heart pound	38 %	40 %	35 %
Одышка / Shortness of breath	32 %	30 %	37 %
Боль или дискомфорт во время полового акта / Sexual pain or discomfort	11 %	12 %	8 %
Запор или диарея / Constipation or diarrhea	21 %	22 %	19 %
Тошнота, метеоризм или расстройство желудка / Nausea, gas, or indigestion	34 %	38 %	26 %
Чувство усталости или недостаток энергии / Feeling tired or having low energy	82 %	90 %	66 %
Проблемы со сном / Sleep problems	65 %	66 %	63 %
Поведение, связанное с риском для здоровья / Health risk behavior			
Сон менее 7 часов в сутки / Sleep duration < 7 hours a day	79 %	80 %	77 %
Питание вредными для здоровья продуктами / Eating junk food	89 %	89 %	91 %
Курение обычных или электронных сигарет / Smoking regular or electronic cigarettes	40 %	36 %	48 %
Употребление алкоголя / Alcohol consumption	46 %	43 %	52 %
Физическая неактивность / Physical inactivity	81 %	82 %	79 %

Таблица 2. Поведение, связанное с риском для здоровья, у респондентов с соматическими симптомами и респондентов без соматических симптомов**Table 2. Health risk behavior in respondents with and without somatic symptoms**

Характеристика / Characteristic	Респонденты с соматическими симптомами / Respondents with somatic symptoms	Респонденты без соматических симптомов / Respondents without somatic symptoms
Сон менее 7 часов в сутки / Sleep duration < 7 hours a day	82 %	75 %
Нездоровое питание / Unhealthy diet	91 %	88 %
Курение обычных или электронных сигарет / Smoking regular or electronic cigarettes	49 %	36 %
Употребление алкоголя / Alcohol consumption	52 %	43 %
Физическая неактивность / Physical inactivity	86 %	79 %

случаев) и синдром хронической усталости (90 % случаев) [15].

Среди опрошенных молодых россиян женщины чаще сообщали о соматических симптомах, что подтверждает «женскую» природу соматизации, связанную с повышенной висцеральной чувствительностью, склонностью к психологическому дистрессу, готовностью к признанию и раскрытию информации о соматическом здоровье, социокультурными нормами и «допущениями» в отношении женской откровенности по вопросам физического здоровья [16]. Пандемия COVID-19, по всей видимости, не оказала влияния на данную закономерность, потому что в исследованиях, проведенных до пандемии, женщины также сообщали о более частых и интенсивных соматических симптомах [17].

Молодые россияне часто спали менее 7 часов в сутки (79 % случаев), питались вредными для здоровья продуктами (89 % случаев), курили обычные или электронные сигареты (40 % случаев), употребляли алкоголь (46 % случаев) и были физически неактивными (81 %). Эта статистика совпадает со статистикой частых перекусов (90 % случаев) и чрезмерным употреблением соли (54 % случаев) и сахара (82 % случаев) у молодых брунейцев [18], но превышает статистику табакокурения (9 % случаев) и употребления алкоголя (34 % случаев) у израильских подростков [4], низкой физической активности (50 % случаев), недостаточного сна (30 % случаев) и выбора нездорового питания (33 % случаев) у американских взрослых респондентов, опрошенных в период пандемии COVID-19 [2].

Роль пандемии COVID-19 в поведении, связанном с риском для здоровья, считается неоднозначной. Так, сербские студенты отмечали, что в период пандемии они не стали менее физически активными, чем ранее, просто стали реже ходить и чаще делать упражнения в домашних условиях [19]. Они также сообщали, что сократили употребление фастфуда и алкоголя, стали чаще включать в рацион орехи, фрукты и овощи, но вели более малоподвижный образ жизни, чем до пандемии. Похожие результаты были получены при опросе взрослого населения Нидерландов, среди которого одни нидерландцы сообщали о том, что стали вести более здоровый образ, а другие отмечали, что стали более склонными к вредным привычкам в период пандемии COVID-19 [20].

Курение обычных или электронных сигарет и употребление алкоголя были более свойствен-

ны мужчинам, что подтверждает выявленные в зарубежных исследованиях закономерности о выборе мужчинами таких стратегий совладания со стрессорами пандемии, как табакокурение и употребление алкоголя [5, 21, 22].

Известно, что в период пандемии неадаптивные поведенческие стратегии населения в отношении здоровья были связанными с более частыми и тяжелыми симптомами тревоги и посттравматического стрессового расстройства [23], симптомами стресса и депрессии, чувствами отчаяния и одиночества, суицидальными мыслями и попытками [24]. В настоящем исследовании впервые были показаны взаимосвязи между соматическими симптомами и поведением, связанным с риском для здоровья, что расширяет представления о психологических последствиях пандемии COVID-19 и определяет необходимость дальнейших исследований соматизации и способов ее преодоления в кризисных обстоятельствах.

Особым образом стоит отметить тот факт, что данные закономерности были выявлены в среде молодежи, которая считается менее подверженной соматизации и более склонной к поведению, связанному с риском для здоровья, чем люди более старшего возраста. Так, тяжесть соматических симптомов растет с возрастом респондентов до достижения последними 60-летнего возраста, и только потом между соматизацией и возрастом респондентов исчезают статистически значимые взаимосвязи [25]. Склонность к поведению, связанному с риском для здоровья, традиционно снижается с возрастом респондентов, потому что молодые люди, во-первых, имеют более слабый самоконтроль [26], во-вторых, имеют более крепкое физическое здоровье, реже страдают от хронических заболеваний, ограничивающих выбор поведения, связанного с риском для здоровья [27], в-третьих, нередко используют поведение, связанное с риском для здоровья, в качестве инструмента взросления и самоидентификации и отказываются от него после вступления в среднюю зрелость [28].

Ограничения исследования. Ключевым ограничением настоящего исследования является его поисковый характер и, как следствие, отсутствие сведений о факторах риска развития соматизации и поведения, связанного с рисками для здоровья. В период пандемии такими факторами, по данным зарубежных исследователей, стали проблемы в межличностных взаимоотношениях [29], недостаток

поддержки со стороны членов семьи [30], чувство одиночества, симптомы тревоги, депрессии и пост-травматического стрессового расстройства [31]. Другое ограничение касается того, что результаты настоящего исследования основаны на данных самоотчетов респондентов. Ранее специалисты подтвердили, что самоотчеты о курении и употреблении алкоголя высоко коррелируют с результатами медицинских наблюдений за данными формами поведения, связанного с риском для здоровья, но все же предупредили о возможных искажениях субъективных оценок [32]. Следующее ограничение заключается в том, что в опросе приняли участие люди молодого возраста. Зарубежные исследователи утверждают, что для объективной оценки поведенческих стратегий населения в отношении здоровья необходимо изучать респондентов из разных возрастных категорий [33]. Наконец, важным ограничением является преимущественно женский состав выборки исследования, указывающий на эффект смещения из-за самоотбора. Современные специалисты отмечают большую готовность женщин к участию в исследованиях, что может быть связано с тем, что женщины более открыты опыту, добросовестны и доброжелательны [34–36].

Заключение. Статистика соматических симптомов и поведения, связанного с риском для здоровья, определяет необходимость разработки и внедрения программ, направленных на психологическое просвещение и профилактику соматизации и неадаптивных поведенческих паттернов в отношении физического и психического здоровья. Такие психологические программы могут стать дополнением к уже разработанным и внедренным программам медицинского просвещения и профилактики неинфекционных заболеваний [37].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Mendoza-Jiménez M-J, Hannemann T-V, Atzendorf J. Behavioral risk factors and adherence to preventive measures: Evidence from the early stages of the COVID-19 pandemic. *Front Public Health*. 2021;9:674597. doi: 10.3389/fpubh.2021.674597
- Telias A, Dougan MM, Pignotti GAP. Impact of COVID-19 on health risk behaviors in northern California: A cross-sectional survey. *Prev Med Rep*. 2022;30:102051. doi: 10.1016/j.pmedr.2022.102051
- Nanthamongkolchai S, Taechaboonsersak P, Tawatting K, Suksatan W. Health-risk behaviors, COVID-19 preventive behaviors, and the impact of the COVID-19 pandemic on the working-age population of Bangkok, Thailand. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(20):13394. doi: 10.3390/ijerph192013394
- Shapiro O, Gannot RN, Green G, et al. Risk behaviors, family support, and emotional health among adolescents during the COVID-19 pandemic in Israel. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(7):3850. doi: 10.3390/ijerph19073850
- Branquinho C, Paiva T, Guedes F, Gaspar T, Tomé G, de Matos MG. Health risk behaviors before and during COVID-19 and gender differences. *J Community Psychol*. 2022;50(2):1102–1100. doi: 10.1002/jcop.22705
- Shroff A, Fassler J, Fox KR, Schleider JL. The impact of COVID-19 on U.S. adolescents: Loss of basic needs and engagement in health risk behaviors. *Curr Psychol*. 2022 Jan 22;1-11. doi: 10.1007/s12144-021-02411-1
- Gardner LA, Debenham J, Newton NC, et al. Lifestyle risk behaviours among adolescents: A two-year longitudinal study of the impact of the COVID-19 pandemic. *BMJ Open*. 2022;12(6):e060309. doi: 10.1136/bmjopen-2021-060309
- Poikolainen K, Kanerva R, Lönnqvist J. Life events and other risk factors for somatic symptoms in adolescence. *Pediatrics*. 1995;96(1 Pt 1):59–63.
- Золотарева А.А. Оценка соматических симптомов в общей популяции: стандартизация русскоязычной версии PHQ-15 // Культурно-историческая психология. 2022. Т. 18. № 4. С. 38–46. doi: 10.17759/chp.2022180404
- Zolotareva AA. Measurement of somatic symptoms in the general population: Standardization of the Russian version of PHQ-15. *Kul'turno-Istoricheskaya Psikhologiya*. 2022;18(4):38–46. (In Russ.) doi: 10.17759/chp.2022180404
- Kocalevent RD, Hinz A, Brähler E. Standardization of a screening instrument (PHQ-15) for somatization syndromes in the general population. *BMC Psychiatry*. 2013;13:91. doi: 10.1186/1471-244X-13-91
- Balanzá-Martínez V, Kapczinski F, de Azevedo Cardoso T, et al. The assessment of lifestyle changes during the COVID-19 pandemic using a multidimensional scale. *Rev Psiquiatr Salud Ment (Engl Ed)*. 2021;14(1):16–26. doi: 10.1016/j.rpsm.2020.07.003
- Nochaiwong S, Ruengorn C, Thavorn K, et al. Global prevalence of mental health issues among the general population during the coronavirus disease–2019 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2021;11(1):10173. doi: 10.1038/s41598-021-89700-8
- Liu S, Liu Y, Liu Y. Somatic symptoms and concern regarding COVID-19 among Chinese college and primary school students: A cross-sectional survey. *Psychiatry Res*. 2020;289:113070. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113070
- Hafstad GS, Sætren SS, Wentzel-Larsen T, Augusti E-M. Changes in adolescent mental and somatic health complaints throughout the COVID-19 pandemic: A three-wave prospective longitudinal study. *J Adolesc Health*. 2022;71(4):406–413. doi: 10.1016/j.jadohealth.2022.05.009
- Kachaner A, Lemogne C, Dave J, Ranque B, de Broucker T, Meppiel E. Somatic symptom disorder in patients with post-COVID-19 neurological symptoms: A preliminary report from the somatic study (Somatic Symptom Disorder Triggered by COVID-19). *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2022;93:1174–1180. doi: 10.1136/jnnp-2021-327899
- Barsky AJ, Peekna HM, Borus JF. Somatic symptom reporting in women and men. *J Gen Intern Med*. 2001;16(4):266–275. doi: 10.1046/j.1525-1497.2001.00229.x
- Atasoy S, Hausteiner-Wiehle C, Sattel H, et al. Gender specific somatic symptom burden and mortality risk in the general population. *Sci Rep*. 2022;12(1):15049. doi: 10.1038/s41598-022-18814-4
- Abdul Rahman H, Julaini NN, Zaim SNN, Masri NA, Abdul-Mumin KH. Mental wellbeing and health-risk behaviours of university students in Brunei: A cross-sectional study during COVID-19 pandemic. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(16):2327. doi: 10.3390/healthcare11162327
- Sekulic M, Stajic D, Jurisic Skevin A, et al. Lifestyle, physical activity, eating and hygiene habits: A comparative analysis before and during the COVID-19 pandemic in student population. *Front Public Health*. 2022;10:862816. doi: 10.3389/fpubh.2022.862816
- van der Werf ET, Busch M, Jong MC, Hoenders HJR. Lifestyle changes during the first wave of the COVID-19 pandemic: A cross-sectional survey in the Netherlands. *BMC Public Health*. 2021;21(1):1226. doi: 10.1186/s12889-021-11264-z
- De Luca G, Manzo-Silberman S, Algowhary M, et al. Gender difference in the effects of COVID-19 pandemic on mechanical reperfusion and 30-day mortality for

- STEMI: Results of the ISACS-STEMI COVID-19 Registry. *J Clin Med*. 2023;12(3):896. doi: 10.3390/jcm12030896
22. Thompson K, Dutton DJ, MacNabb K, Liu T, Blades S, Asbridge M. Changes in alcohol consumption during the COVID-19 pandemic: Exploring gender differences and the role of emotional distress. *Health Promot Chronic Dis Prev Can*. 2021;41(9):254-263. doi: 10.24095/hp-cdp.41.9.02
23. Nishimi K, Borsari B, Marx BP, et al. Clusters of COVID-19 protective and risky behaviors and their associations with pandemic, socio-demographic, and mental health factors in the United States. *Prev Med Rep*. 2022;25:101671. doi: 10.1016/j.pmedr.2021.101671
24. Eo Y-S, Kim M-S. Changes in physical activity and depression among Korean adolescents due to COVID-19: Using data from the 17th (2021) Korea Youth Risk Behavior Survey. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(4):517. doi: 10.3390/healthcare11040517
25. Zhang J, Pan Y, Hong J, et al. Differences of medically unexplained symptoms among patients of different ages and sexes in the psychological clinic of a general hospital and the influencing factors of MUS: A cross-sectional study. *Front Psychiatry*. 2022;13:930212. doi: 10.3389/fpsy.2022.930212
26. Astolfi RC, Leite MA, Papa CHG, Ryngelblum M, Eisner M, Peres MFT. Association between self-control and health risk behaviors: A cross-sectional study with 9th grade adolescents in São Paulo. *BMC Public Health*. 2021;21(1):1706. doi: 10.1186/s12889-021-11718-4
27. Rashmi R, Mohanty SK. Examining chronic disease onset across varying age groups of Indian adults using competing risk analysis. *Sci Rep*. 2023;13(1):5848. doi: 10.1038/s41598-023-32861-5
28. Culatta E, Clay-Warner J. "I'm an adult now": Health risk behaviors and identifying as an adult. *J Health Psychol*. 2022;27(14):3164-3176. doi: 10.1177/13591053221086184
29. Rodríguez-Cano R, Kyriotakis G, Cortés-García L, Bakken A, von Soest T. Polysubstance use and its correlation with psychosocial and health risk behaviours among more than 95,000 Norwegian adolescents during the COVID-19 pandemic (January to May 2021): A latent profile analysis. *Lancet Reg Health Eur*. 2023;28:100603. doi: 10.1016/j.lanepe.2023.100603
30. Shapiro O, Gannot RN, Green G, et al. Risk behaviors, family support, and emotional health among adolescents during the COVID-19 pandemic in Israel. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(7):3850. doi: 10.3390/ijer-ph19073850
31. Xu Z, Zhang D, Xu D, et al. Loneliness, depression, anxiety, and post-traumatic stress disorder among Chinese adults during COVID-19: A cross-sectional online survey. *PLoS ONE*. 2021;16(10):e0259012. doi: 10.1371/journal.pone.0259012
32. Noble N, Bryant J, Maher L, et al. Patient self-report versus medical records for smoking status and alcohol consumption at Aboriginal Community Controlled Health Services. *Aus N Z J Public Health*. 2021;45(3):277-282. doi: 10.1111/1753-6405.13114
33. Olajide D, Eberth B, Ludbrook A. Analysis of multiple health risky behaviours and associated disease outcomes using Scottish linked hospitalisation data. *Front Public Health*. 2022;10:847938. doi: 10.3389/fpubh.2022.847938
34. Otufowora A, Liu Y, Young H 2nd, et al. Sex differences in willingness to participate in research based on study risk level among a community sample of African Americans in North Central Florida. *J Immigr Minor Health*. 2021;23(1):19-25. doi: 10.1007/s10903-020-01015-4
35. Rahmani S, Lavasani MG. Gender differences in five factor model of personality and sensation seeking. *Procedia Soc Behav Sci*. 2012;46:2906-2911. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.05.587
36. Vecchione M, Alessandri G, Barbaranelli C, Caprara G. Gender differences in the Big Five personality development: A longitudinal investigation from late adolescence to emerging adulthood. *Pers Individ Dif*. 2012;53(6):740-746. doi: 10.1016/j.paid.2012.05.033
37. Лопатина М.В., Драпкина О.М. Грамотность в вопросах здоровья выходит на передовые позиции повестки дня в профилактике и контроле неинфекционных заболеваний // Профилактическая медицина. 2018. Т. 21. № 3. С. 31–37. doi: 10.17116/profmed201821331
- Lopatina MV, Drapkina OM. Health literacy takes leading positions in the agenda for prevention and control of noncommunicable diseases. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2018;21(3):31-37. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed201821331

Сведения об авторах:

✉ Золотарева Алена Анатольевна – к.псих.н., доцент департамента психологии; e-mail: alena.a.zolotareva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5724-2882>.

Информация о вкладе автора: автор подтверждает единоличную ответственность за концепцию и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов, а также подготовку рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 6.09.23 / Принята к публикации: 09.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

✉ Alena A. Zolotareva, Cand. Sci. (Psi.), Associate Professor, School of Psychology, HSE University; e-mail: alena.a.zolotareva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5724-2882>.

Author contribution: The author confirms sole responsibility for the study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

Conflict of interest: The author has no conflicts of interest to declare.

Received: September 6, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: February 29, 2024



Методические подходы к определению антибиотиков в воде на уровне гигиенических нормативов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / масс-спектрометрии

Т.В. Нурисламова¹, Т.Д. Карнажицкая¹, М.О. Старчикова¹, Г.И. Терентьев^{1,2}, А.А. Поспелова²

¹ ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ул. Монастырская, д. 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация

² ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», ул. Куйбышева, д. 50, г. Пермь, 614016, Российская Федерация

Резюме

Введение. Использование антибиотиков в медицине и ветеринарии привело к их накоплению в природной среде, в том числе в водных объектах питьевого назначения, и формированию устойчивости отдельных видов бактерий к действию антимикробных препаратов. Разработка методик анализа антибиотиков в водных средах актуальна для обеспечения контроля качества питьевой воды на уровне гигиенических нормативов, а также для изучения развития и распространения антибиотикорезистентности.

Цель исследования: разработка методики определения антибиотиков классов макролидов, пенициллинов и фторхинолонов в воде на уровне гигиенических нормативов методом ВЭЖХ/МС-МС.

Материалы и методы. Исследования по разработке методики проведены методом ВЭЖХ/МС-МС на жидкостном хроматографе с масс-спектрометрическим детектором с тройным квадруполом. Извлечение антибиотиков из различных типов проб воды (водопроводной, природной) проводили методом твердофазной экстракции.

Результаты. Разработана селективная и высокочувствительная методика определения 8 антибиотиков в воде. Степень экстракции анализов из водных матриц составила 72–100 %, диапазон измеряемых концентраций на уровне 0,25–2,50 гигиенических нормативов при анализе проб воды объемом 10 см³, относительная погрешность определения антибиотиков в пробах воды без концентрирования – 20–24 %, с концентрированием на картриджах Oasis HLB – 24–34 %.

Обсуждение. Рассмотрены методические подходы к разработке методики количественного определения антибиотиков групп пенициллинов, макролидов и хинолонов в воде методом ВЭЖХ/МС-МС с применением твердофазной экстракции в качестве пробоподготовки. Полученные результаты согласуются с данными научно-технической и методической литературы. Преимуществом разработанной методики является сокращение времени пробоподготовки, высокая чувствительность в сочетании с анализом незначительного объема образца исследуемой воды.

Заключение. Разработанная методика может быть использована в гигиенических исследованиях содержания остаточных количеств антибиотиков в воде для оценки качества источников питьевого и культурно-бытового водоснабжения.

Ключевые слова: антибиотики, питьевая вода, высокоэффективная жидкостная хроматография, масс-спектрометрия.

Для цитирования: Нурисламова Т.В., Карнажицкая Т.Д., Старчикова М.О., Терентьев Г.И., Поспелова А.А. Методические подходы к определению антибиотиков в воде на уровне гигиенических нормативов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / масс-спектрометрии // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 32–41. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-32-41

Methodological Approaches to Determination of Antibiotics in Water at the Level of Hygienic Standards Using High-Performance Liquid Chromatography–Mass Spectrometry

Tatyana V. Nurislamova,¹ Tatyana D. Karnazhetskaya,¹ Maria O. Starchikova,¹
Gennady I. Terentyev,^{1,2} Anna A. Pospelova²

¹ Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies,
82 Monastyrskaya Street, Perm, 614045, Russian Federation

² Center for Hygiene and Epidemiology in the Perm Region, 50 Kuybyshev Street, Perm, 614016, Russian Federation

Summary

Introduction: The use of antibiotics in medicine and veterinary medicine has led to their accumulation in the natural environment, including source water, and antimicrobial resistance of certain types of bacteria. The development of methods for analyzing antibiotics in aquatic environments is relevant for ensuring tap water quality control at the level of hygienic standards, as well as for studying the process of development and spread of antibiotic resistance.

The purpose of the study is to develop a method for determining such antibiotics as macrolides, penicillins, and fluoroquinolones in water at the level of hygienic standards using HPLC/MS-MS.

Materials and methods: To elaborate the method, testing was done by HPLC/MS-MS using a liquid chromatograph with a triple quadrupole mass spectrometer. Extraction of antibiotics from various types of water samples (tap, natural) was carried out by solid-phase extraction.

Results: We have developed a selective and highly sensitive method for the determination of eight antibiotics in water samples. The extraction efficiency for analytes ranged from 72 to 100 % and measured concentrations – from 0.25 to 2.50 of hygienic standards when analyzing 10 cm³ water samples; the relative error in determining antibiotics in water samples without concentration was 20–24 %, and 24–34 % in case of concentration on Oasis® HLB sorbent.

Discussion: Approaches to developing a method for quantification of antibiotics of the penicillin, macrolide and quinolone classes in water by HPLC/MS-MS using solid-phase extraction for sample preparation are considered.

The results are consistent with the data of scientific, technical and methodological literature. The advantages of this method include shorter sample preparation time, high sensitivity, and a small sample size.

Conclusion: Our method can be used in hygienic studies of residual amounts of antibiotics to assess source water quality.

Keywords: antibiotics, tap water, high-performance liquid chromatography, mass spectrometry.

Cite as: Nurislamova TV, Karnazhitskaya TD, Starchikova MO, Terentyev GI, Pospelova AA. Methodological approaches to determination of antibiotics in water at the level of hygienic standards using high-performance liquid chromatography–mass spectrometry. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):32–41. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-32-41

Введение. Использование антибиотиков в медицине и ветеринарии привело к их накоплению в природной среде (водоемах, в том числе питьевого назначения, почве, донных отложениях), что явилось одной из причин формирования устойчивости отдельных видов бактерий к действию антимикробных препаратов [1–5]. Важную роль в процессах распространения и сохранения устойчивых патогенов играют природные водные экосистемы, которые служат резервуаром для развития резистентности [6, 7]. Устойчивость микроорганизмов к противомикробным препаратам ограничивает перечень антибиотиков для лечения инфекционных заболеваний человека, увеличивает риск развития тяжелых осложнений и распространения инфекций, наносит вред здоровью животных и окружающей среде [8]. Контроль содержания антибактериальных препаратов в питьевой воде и воде водных объектов имеет большое значение для изучения развития и распространения антибиотикорезистентности у возбудителей заболеваний. В рамках реализации Стратегии предупреждения распространения антимикробной резистентности в Российской Федерации на период до 2030 года¹ разработаны и внедрены гигиенические нормативы содержания 18 антибактериальных препаратов в водных средах, в том числе в питьевой воде различных источников водоснабжения². В настоящее время отечественные методики определения антибиотиков в воде с учетом вновь разработанных гигиенических нормативов в методической базе Российской Федерации отсутствуют.

Исследования содержания антибиотиков в водных средах, проводимые во многих странах мира, выявили присутствие широкого спектра антибиотиков в природных и сточных водах в следовых концентрациях в диапазоне от нг/дм³ до мкг/дм³ [9]. Максимальные концентрации антибиотиков обнаружены в сточных водах фармацевтических предприятий, медицинских учреждений и животноводческих ферм, которые являются основным источником загрязнения природных вод [10]. Приводятся данные об обнаружении антибиотиков в питьевой воде [11].

Определение при совместном присутствии в воде антибиотиков, относящихся к различным структурным группам и обладающих разными физико-химическими свойствами, остается сложной задачей. Для анализа остаточных количеств антибиотиков в водных средах, включая питьевую воду,

необходимы высокочувствительные и селективные методики. В настоящее время перспективным методом анализа низких концентраций антибиотиков в водных средах, продуктах питания, почве и других объектах является метод высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с tandemной масс-спектрометрией (ВЭЖХ/МС-МС) из-за высокой чувствительности и высокой селективности детектора [12]. Особое внимание при разработке методик количественного анализа антибиотиков в водных средах уделяется отработке условий извлечения аналитов из матрицы. Одним из эффективных и простых в техническом плане способов извлечения целевых компонентов из водных сред является твердофазная экстракция (ТФЭ), включающая селективное извлечение, очистку экстракта при необходимости и концентрирование пробы за одну процедуру [13–15]. Для эффективного извлечения антибиотиков из водных сред методом ТФЭ успешно применяются картриджи Oasis HLB, способные удерживать широкий спектр полярных и неполярных молекул с кислотными, нейтральными и основными свойствами [11, 16–19].

Цель исследования: разработка методики определения антибиотиков классов макролидов, пенициллинов и фторхинолонов в воде на уровне гигиенических нормативов методом ВЭЖХ/МС-МС.

Материалы и методы. Исследования по разработке методики определения 8 антибиотиков (азитромицина, амоксициллина, ампициллина, бензилпенициллина, кларитромицина, оксациллина, ципрофлоксацина и эритромицина) в воде проведены в период 2022–2023 гг. на жидкостном хроматографе с масс-спектрометрическим детектором LCMS-8050 с тройным квадруполом (Shimadzu, Япония). Стандартные растворы антибиотиков для построения градуировочных кривых готовили растворением аналитических стандартов с массовой долей основного вещества 93,8–99,5 % (производство Merck, EDQM, Dr. Ehrenstorfer Reference Materials) в метаноле с последующим разбавлением деионизированной водой до нужной концентрации.

Масс-спектрометрическое детектирование проводили с использованием электроспрея в режиме генерации положительно заряженных ионов. Параметры масс-спектрометрического детектора LC/MS 8050, отвечающие за поступление целевых компонентов из жидкостного хроматографа в масс-спектрометрический детектор, представлены в табл. 1.

¹ Распоряжение Правительства РФ «О Стратегии предупреждения распространения антимикробной резистентности в РФ на период до 2030 г.». Утверждено распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 сентября 2017 г. № 2045-р <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71677266>

² СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2.

Таблица 1. Параметры масс-спектрометрического детектора LC/MS 8050 в режиме тонкой настройки

Table 1. Parameters of the ion detector of LC/MS 8050 in fine tuning mode

Показатель / Indicator	Параметры / Parameters
Ионизация / Ionization	Электростатическим распылением (ESI)
Полярность / Polarity	Положительная / Positive
Поток газа-осушителя (азота) / Drying gas flow (nitrogen)	5 л/мин / L/min
Поток газа-распылителя (азота) / Nebulizer gas flow (nitrogen)	2 л/мин / L/min
Поток нагревающего газа (воздуха) / Heating gas (air) flow	5 л/мин / L/min
Температура интерфейса / Interface temperature	300 °C
Температура нагревательного блока / Heating block temperature	400 °C
Температура линии десольватации / Desolvation line temperature	250 °C
Напряжение на интерфейсе / Interface voltage	4,0 kV
Сила тока на интерфейсе / Interface current	0,4 мкА / μA

Определение родительских и дочерних ионов антибиотиков проводили с использованием программного обеспечения LabSolution (Shimadzu, Япония) в автоматическом режиме, анализируя стандартные растворы исследуемых соединений с концентрациями 100 нг/см³. Тип сканирования – мониторинг множественных реакций (MRM). В качестве основных дочерних ионов для каждого антибиотика выбирали дочерний ион, имеющий максимальный отклик сигнала детектора. Остальные дочерние ионы, полученные при фрагментации индивидуального антибиотика, отнесены к подтверждающим дочерним ионам.

Изучение эффективности хроматографического разделения 8 антибиотиков проводили на колонке с обращенно-фазным сорбентом ZORBAX Eclipse XDB-C18 длиной 150 мм, внутренним диаметром 2,1 мм зернением 3,5 мкм (Agilent Technologies, США) с использованием стандартных растворов изучаемых соединений в метаноле с концентрациями 100 нг/см³. Экспериментально подбирали количественный состав подвижной фазы, состоящий из смеси метанола и деионизированной воды с добавлением в качестве модификатора муравьиной кислоты с концентрацией 0,02; 0,05; 0,1; 0,2 %, и режим градиентного элюирования. Для оценки хроматографического разделения антибиотиков рассчитывали коэффициент селективности α (фактор разделения) и разрешение пиков R (степень разделения)³. Разделение считается полным при условии $\alpha \geq 1,0$; $R \geq 1,0$.

Отработку условий извлечения антибиотиков способом твердофазной экстракции (ТФЭ) проводили на образцах питьевой воды централизованного водоснабжения, природной воды поверхностных и подземных источников и воды бассейнов. Изучали эффективность применения картриджей Oasis HLB (сорбционная емкость 60, 200 и 500 мг) и картриджей Strata C18-E (сорбционная емкость 500 мг). Перед проведением процедуры ТФЭ картриджи кондиционировали, последовательно пропускав через них 5 см³ органического растворителя и 5 см³ деионизированной воды. Пропускали через подготовленные картриджи водные стандартные

растворы объемом 10–100 см³ с известной концентрацией антибиотиков самотеком, без применения вакуума, промывали 2 см³ деионизированной воды и элюировали с картриджа различными объемами ацетонитрила или метанола в условиях кислой и нейтральной среды. Полученный экстракт концентрировали в 10–50 раз в токе воздуха и анализировали методом ВЭЖХ/МС-МС. Наличие «проскока» при проведении ТФЭ устанавливали путем анализа целевых компонентов в сливах после нанесения стандартных образцов на картриджи и промывки сорбента после нанесения образцов. Степень экстракции (R) рассчитывали по формуле⁴:

$$R = \frac{A \cdot 100}{N}, \text{ где}$$

R – степень экстракции вещества, %;

A – количество вещества, извлеченное органическим растворителем;

N – заданное количество вещества в водном образце.

Градуировочные характеристики, выражающие зависимость сигнала детектора от массовой концентрации основного дочернего иона антибиотика в анализируемом растворе устанавливали методом абсолютной градуировки с проведением твердофазной экстракции перед хроматографическим анализом за исключением бензилпенициллина, оксациллина, ампициллина (по причине высоких ПДК анализ данных веществ не требовал концентрирования и дополнительных этапов пробоподготовки). Диапазон измеряемых концентраций антибиотиков в водных средах подбирали с учетом предельно допустимых концентраций и ориентировочных допустимых уровней в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21 (табл. 5) с кратностью от 0,25 до 2,5 относительно гигиенического норматива.

Исследования по оценке погрешности выполнения измерений концентраций антибиотиков в воде проводили методом «задано – получено» с использованием в качестве матриц питьевой воды централизованного водоснабжения, природной родниковой воды и воды бассейна. На основании экспериментальных данных рассчитывали метрологические показатели методики определения

³ Пругло Г.Ф., Федорова О.В., Смит Р.А. Хроматографические методы анализа: учебное пособие. СПб.: ВШТЗ СПбГУПТД, 2017. 85 с.

⁴ Токсикологическая химия: учебник / Т. Байзолданов. – Алматы: Эверо, 2021. 240 с.

массовых концентраций 8 антибиотиков в водных средах методом ВЭЖХ/МС-МС, характеризующие степень достоверности результатов измерений.

Апробацию методики проводили на образцах водопроводной воды систем централизованного водоснабжения, природной воды и воды плавательных бассейнов, отобранных в осенний период 2023 г.

Результаты. Проведена оптимизация параметров масс-спектрометрического детектора в режиме мониторинга множественных реакций (MPM) для идентификации антибиотиков, в результате которой зарегистрированы родительские и дочерние ионы в условиях оптимального соотношения между напряжением фрагментатора и энергией ячейки соударения (табл. 2). В качестве основного дочернего иона для каждого антибиотика выбран ион, имеющий максимальный отклик сигнала детектора (100 %) (табл. 2), который использовался для количественного расчета. Остальные дочерние ионы, полученные при фрагментации индивидуальных соединений, отнесены к подтверждающим дочерним ионам.

Изучение условий хроматографического разделения 8 антибиотиков показало качественное разделение амоксициллина, ципрофлоксацина ампициллина, азитромицина на колонке ZORBAX Eclipse XDB-C18 (2,1 × 150 мм) зернением 3,5 мкм в условиях градиентной подачи подвижной фазы, состоящей из смеси метанола и 0,1 % раствора муравьиной кислоты в деионизированной воде со скоростью 0,3 см³/мин (табл. 3). Идентификацию эритромицина, бензилпенициллина, оксацил-

лина и кларитромицина проводили по наличию на хроматограмме характерных родительского и дочерних ионов.

Значения параметров хроматографического разделения изучаемых антибиотиков в подобранных условиях анализа представлены в табл. 4. Коэффициенты селективности (α) составили 1,0–1,2, значения коэффициентов разрешения пиков (R) – больше 1, за исключением бензилпенициллина и кларитромицина.

Хроматограмма стандартной смеси азитромицина, амоксициллина, ампициллина, бензилпенициллина, кларитромицина, оксациллина, ципрофлоксацина и эритромицина в метаноле с концентрациями 100 нг/см³ представлена на рис. 1.

Изучение эффективности извлечения антибиотиков из водных сред способом твердофазной экстракции показало, что применение классического обращенно-фазного сорбента C18 на основе силикагеля (Strata C18-E) не позволило добиться удерживания амоксициллина на картридже Strata, при нанесении стандартного образца объемом 10 см³ потери аналита составили 45 %.

При отработке условий проведения твердофазной экстракции с использованием картриджей Oasis HLB установлено, что использование патронов с сорбционной емкостью 60 мг (Oasis HLB 3CC/60 мг) приводит к большим потерям амоксициллина (до 85 %) и ампициллина (до 25 %) на этапе нанесения пробы объемом 10 см³ на картридж. Отсутствие «проскоков» аналитов наблюдалось на картриджах с большей сорбционной емкостью – Oasis

Таблица 2. Родительские и дочерние ионы, полученные в результате оптимизации параметров масс-спектрометрического детектора в режиме тонкой настройки для идентификации антибиотиков
Table 2. Parent and daughter ions obtained as a result of optimization of parameters of a mass spectrometric detector in fine-tuning mode for identification of antibiotics

Наименование вещества / Name of substance	Брутто формула / Gross formula	Мол. масса, М / Molar mass, M	Родительский ион [МН ⁺], m/z / Parent ion [МН ⁺], m/z	Дочерние ионы, m/z / Daughter ions, m/z	Интенсивность сигнала дочерних ионов, % / Signal intensity of daughter ions, %
Амоксициллин / Amoxicillin	C ₁₆ H ₁₉ N ₃ O ₅ S	365,4	366,1	114,10	100
				208,10	35,7–66,3
Ампициллин / Ampicillin	C ₁₆ H ₁₉ N ₃ O ₄ S	349,406	350,1	106,10	100
				191,90	21,0–39,0
				160,10	17,5–32,5
Азитромицин / Azithromycin	C ₃₈ H ₇₂ N ₂ O ₁₂	748,99	749,2	591,20	100
				158,05	39,9–74,1
				116,10	37,8–70,2
Эритромицин / Erythromycin	C ₃₇ H ₆₇ NO ₁₃	733,939	734,2	158,00	100
				576,10	39,2–72,8
Оксациллин / Oxacillin	C ₁₉ H ₁₉ N ₃ O ₅ S	401,44	402,1	160,10	100 %
				242,90	71,4–132,6
Бензилпенициллин / Benzylpenicillin	C ₁₆ H ₁₈ N ₂ O ₄ S	334,39	334,90	159,90	100
				176,00	69,3–128,7
Кларитромицин / Clarithromycin	C ₃₈ H ₆₉ NO ₁₃	747,96	748,2	158,00	100
				590,10	32,2–59,8
Ципрофлоксацин / Ciprofloxacin	C ₁₇ H ₁₈ FN ₃ O ₃	331,347	332,1	230,90	100 %
				288,10	37,1–68,9

Примечание: жирным шрифтом выделены основные дочерние ионы.
Note: Major daughter ions are shown in bold.

Таблица 3. Режим градиентной подачи подвижной фазы для эффективного разделения анализируемых компонентов

Table 3. The HPLC gradient mode of mobile phase for efficient separation of analyzed components

Время, мин / Time, min	Объемная доля метанола (В), % / Volume fraction of methanol (B), %	Объемная доля 0,1 % водного раствора муравьиной кислоты (А), % / Volume fraction of 0.1 % aqueous solution of formic acid (A), %
0,00–1,00	0	100
1,00–5,00	0–50	100–50
5,00–5,01	50–65	50–35
5,01–8,00	65	35
8,00–8,01	65–100	35–0
8,01–11,00	100	0
11,00–11,01	100–0	0–100
11,01–14,00	0	100

Таблица 4. Режим градиентной подачи подвижной фазы для эффективного разделения анализируемых компонентов

Table 4. The HPLC gradient mode of mobile phase for efficient separation of analyzed components

Наименование вещества / Name of substance	Время выхода пика, мин / Retention time, min	Коэффициент селективности, α / Selectivity coefficient, α	Коэффициент разрешения пиков, R / Peak resolution coefficient, R	Ширина пиков W , мин / Peak width, W , min
Амоксициллин / Amoxicillin	4,852	>1	–	0,1
Ципрофлоксацин / Ciprofloxacin	6,008	1,2	11,6	0,1
Ампициллин / Ampicillin	6,27	1,0	2,6	0,1
Азитромицин / Azithromycin	6,803	1,1	4,3	0,15
Эритромицин / Erythromycin	7,576	1,1	6,2	0,1
Бензилпенициллин / Benzylpenicillin	7,757	1,0	0,4	0,16
Оксациллин / Oxacillin	8,209	1,1	2,5	0,2
Кларитромицин / Clarithromycin	8,247	1,0	0,3	0,1

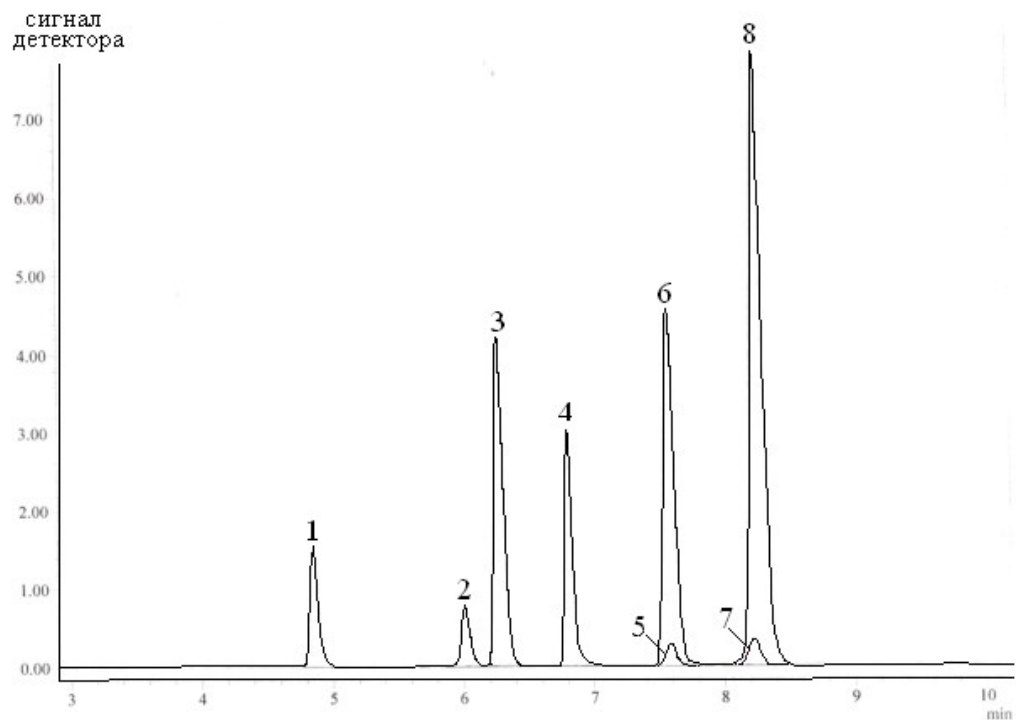


Рис. 1. Хроматограмма разделения стандартной смеси антибиотиков на колонке ZORBAX Eclipse XDB-C18 в градиентном режиме элюирования. Время выхода: 1 – амоксициллин, 2 – ципрофлоксацин, 3 – ампициллин, 4 – азитромицин, 5 – эритромицин, 6 – бензилпенициллин, 7 – оксациллин, 8 – кларитромицин

Fig. 1. Chromatogram of separation of a standard mixture of antibiotics on a ZORBAX Eclipse XDB-C18 column in gradient elution mode. Retention time: 1 – amoxicillin (4.85 min), 2 – ciprofloxacin, 3 – ampicillin, 4 – azithromycin, 5 – erythromycin, 6 – benzylpenicillin, 7 – oxacillin, 8 – clarithromycin

HLB 6CC/500 мг при загрузке стандартных водных растворов антибиотиков объемом 10 см³ без применения вакуума или избыточного давления. Данный объем пробы достаточен для анализа изучаемых соединений с чувствительностью на уровне 0,25–2,5 гигиенических нормативов и нижним пределом определения изучаемых антибиотиков в воде 5–20 нг/дм³ с учетом концентрирования полученных экстрактов в 50–10 раз. Увеличение объема пробы до 100 см³ приводило к существенному повышению потери аналитов на этапе нанесения пробы на картридж. Экспериментально установлено, что для ципрофлоксацина потери составляли до 90 %, азитромицина – до 10 %.

В зависимости от различных кислотно-основных свойств изучаемых аналитов, величин ПДК, отличающихся более чем в 1000 раз, и чувствительности детектора отработаны два варианта подготовки проб воды к анализу с использованием картриджа Oasis HLB 6CC/500 мг – в условиях кислотной и нейтральной среды. Вариант 1 – для извлечения эритромицина из водных сред предварительно промывали картридж 5 см³ метанола и 5 см³ деионизированной воды, загружали на картридж 10 см³ пробы воды, промывали 2 см³ деионизированной воды и элюировали эритромицин 10 см³ метанола. Для достижения необходимой чувствительности полученный экстракт концентрировали в 10 раз при плюс 40 °C в токе воздуха, фильтровали через фильтр с размером пор 0,2 мкм и анализировали в подобранных хроматографических условиях. Вариант 2 – твердофазную экстракцию азитромицина, амоксициллина, кларитромицина и ципрофлоксацина из проб воды проводили, предварительно пропуская через картридж 5 см³ 0,1 % раствора муравьиной кислоты в метаноле, 5 см³ деионизированной воды, загружали на картридж 10 см³ пробы воды, промывали 2 см³ деионизированной воды и элюировали целевые компоненты 5 см³ 0,1 % раствора муравьиной кислоты в метаноле. Полученный экстракт концентрировали в 50 раз при плюс 40 °C в токе воздуха, фильтровали через фильтр с размером пор 0,2 мкм и анализировали в подобранных хроматографических условиях. Время проведения ТФЗ одной пробы не превышает 15 минут, при использовании устройства для твердофазной экстракции в течение 15 минут можно провести одновременную экстракцию до 10 проб.

Исследование возможности применения процедуры высушивания экстракта досуха после ТФЗ показало, что в случае изучаемых антибиотиков (азитромицина, амоксициллина, кларитромицина и ципрофлоксацина) недопустимо полное упаривание экстракта из-за больших потерь целевых соединений. В ходе экспериментов установлено, что при полном высушивании экстрактов при комнатной температуре потеря ципрофлоксацина и эритромицина достигала 25 %, азитромицина и амоксициллина – 10 %. С целью снижения потери анализируемых соединений при высушивании экстракта в токе воздуха на первом этапе упаривали пробу до 1 см³, к концентрату добавляли 0,1 см³ деионизированной воды, перемешивали и затем

упаривали пробу до объема 0,2 см³. Проведение ТФЗ в приведенных условиях обеспечивает извлечение ципрофлоксацина на уровне 73 %, кларитромицина – 100 %, азитромицина – 72 %, амоксициллина – 89 %, эритромицина – 100 %. Определение антибиотиков пенициллинов (ампициллина, бензилпенициллина и оксациллина) проводили без концентрирования проб, так как чувствительность масс-спектрометрического детектора при прямом вводе проб воды достаточна для их определения на уровне 0,25–2,5 ПДК. Анализируемые пробы воды предварительно фильтровали через целлюлозно-ацетатный фильтр с размером пор 0,2 мкм, отбрасывая первые 5 см³ фильтрата, и анализировали в подобранных хроматографических условиях.

Градуировочные зависимости $y = ax + b$ для определения антибиотиков в анализируемом растворе представлены на рис. 2.

Градуировочные коэффициенты (K) для измерения массовых концентраций антибиотиков в водных средах составили $1,7 \times 10^{-7} \dots 4,7 \times 10^{-5}$. Достоверность аппроксимаций (R^2) варьировала в пределах 0,9612–0,9937, погрешность построения градуировочных зависимостей составила от 11,5 % для ампициллина до 14,5 % для ципрофлоксацина. Нижний предел обнаружения (НПО) антибиотиков составил 5–20 нг/дм³. Диапазоны измеряемых концентраций в воде, гигиенические нормативы содержания и класс опасности изучаемых антибиотиков представлены в табл. 5. В заданных диапазонах измерений сохраняется линейность зависимости сигнала масс-спектрометрического детектора от концентрации основного дочернего иона определяемого антибиотика в анализируемом растворе.

Проведена метрологическая аттестация методики выполнения измерений массовых концентраций азитромицина, амоксициллина, ампициллина, бензилпенициллина, кларитромицина, оксациллина, ципрофлоксацина и эритромицина в воде методом ВЭЖХ/МС-МС. Показатель точности (границы относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$) определения азитромицина в воде составляет 34 %, амоксициллина – 32 %, кларитромицина – 29 %, ципрофлоксацина – 33 %, оксациллина – 24 %, бензилпенициллина – 20 %, ампициллина – 22 %, эритромицина – 24 %. Показатели повторяемости и воспроизводимости определены в диапазонах 6–14 и 7–16 % соответственно.

Проведены исследования содержания антибиотиков в образцах воды, отобранных в летний период на территории крупного промышленного центра: точка 1 – вода питьевая централизованного водоснабжения, точка 2 – ключевая вода в черте города, точка 3 – вода плавательного бассейна, точка 4 – ручей, расположенный рядом с лечебным учреждением (стационар), точка 5 – речная вода, точка 6 – речная вода в точке сброса очищенных бытовых сточных вод. Анализ проводился в день отбора проб на жидкостном хроматографе с масс-спектрометрическим детектором с тройным квадруполом LSMS 8050 (Shimadzu). В результате анализа отобранных образцов воды не обнаружено содержание антибиотиков ни в одной пробе на

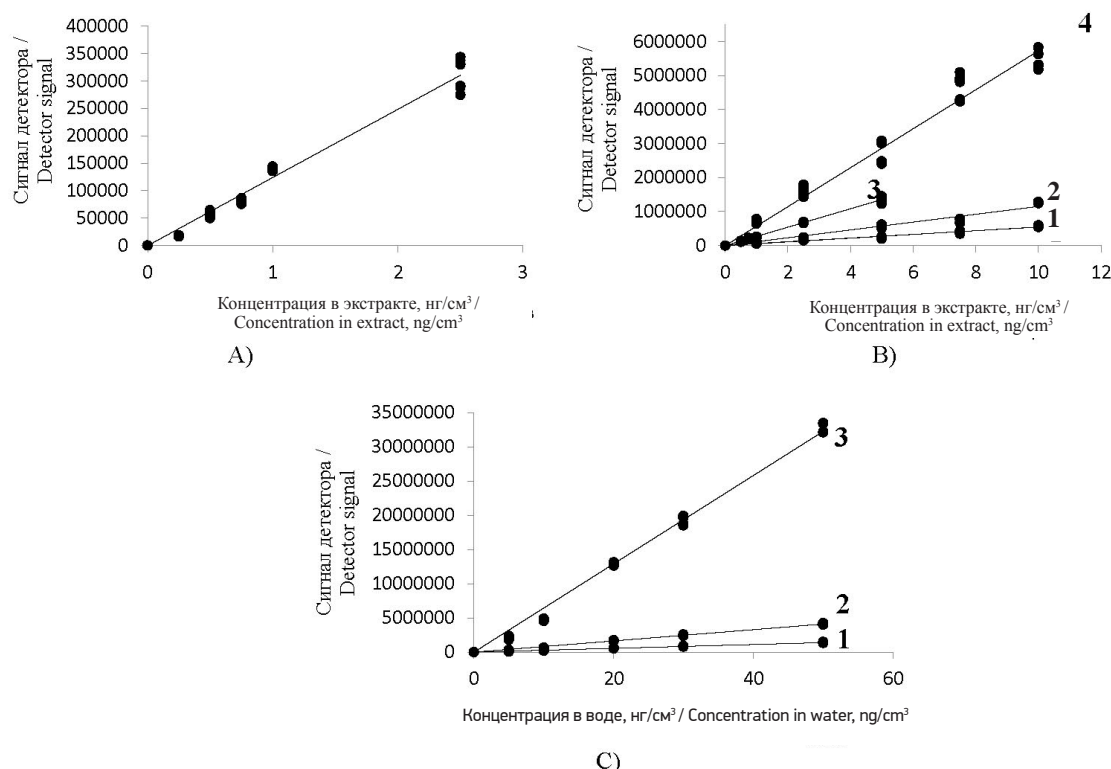


Рис. 2. Градуировочные графики для определения (А): азитромицина; (В): ципрофлоксацина (1), амоксициллина (2), эритромицина (3), кларитромицина (4); (С): ампициллина (1), бензилпенициллина (2), оксациллина (3)

Fig. 2. Calibration curves for the determination of (A): azithromycin; (B): ciprofloxacin (1), amoxicillin (2), erythromycin (3), clarithromycin (4); (C): ampicillin (1), benzylpenicillin (2), oxacillin (3)

Таблица 5. Наименование антибиотиков, диапазоны измерения, предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) в воде, класс опасности

Table 5. Name of antibiotics, measurement ranges, maximum permissible concentrations (MPC) and approximate permissible levels (APL) in water, hazard class

Наименование вещества / Name of substance	Диапазон измерения, мг/дм³ / Measurement range, mg/dm³	ПДК (ОДУ) в воде, мг/дм³ / MPC (APL) in water, mg/dm³	Класс опасности / Hazard class
Азитромицин / Azithromycin	0,000005–0,00005	0,000019	1
Амоксициллин / Amoxicillin	0,00002–0,0002	0,000078	1
Кларитромицин / Clarithromycin	0,00002–0,0002	0,00012	1
Ципрофлоксацин / Ciprofloxacin	0,00002–0,0002	0,000089	1
Эритромицин / Erythromycin	0,00005–0,0005	0,0002	1
Ампициллин / Ampicillin	0,005–0,05	0,02	2
Бензилпенициллин / Benzylpenicillin	0,005–0,05	0,02	2
Оксациллин / Oxacillin	0,005–0,05	0,02	2

уровне выше НПО, равного 0,25 ПДК для каждого изучаемого антибиотика. Отрицательные результаты содержания антибиотиков в пробах воды, возможно, связаны с процессами фотодеградаци, сорбцией донными отложениями, протекающими в водоемах, или отсутствием источников выделения изучаемых антибиотиков на территории обследования.

Обсуждение. Рассмотрены методические подходы к разработке методики количественного определения антибиотиков групп пенициллинов, макролидов и хинолонов в воде методом ВЭЖХ/МС-МС с применением твердофазной экстракции в качестве пробоподготовки. Полученные результаты согласуются с данными научно-технической и методической литературы [20–26].

Применение метода tandemной хромато-масс-спектрометрии обеспечило возможность селективного обнаружения антибиотиков по характерным масс-спектрам родительских и дочерних (основных и подтверждающих) ионов, установленные значения которых соответствуют опубликованным данным [20].

Примененный метод ТФЭ для подготовки образцов воды к анализу показал высокую степень извлечения изучаемых антибиотиков. Так, степень экстракции эритромицина на липофильно-гидрофильном картридже Oasis HLB в отработанных нами условиях составляет 100 %, амоксициллина – 89 %, в то время как экстракция на обращенно-фазовом картридже Strata X из проб большего объема не

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-2-32-41>
Original Research Article

превышает 37,2 % [21] и 33 % [22] соответственно. Степень экстракции остальных антибиотиков установлена на уровне 72–100 %.

Нижние пределы определения (НПО) антибиотиков в образцах воды объемом 10 см³ составили 5–20 нг/дм³. Низкие значения НПО сопоставимы с результатами хромато-масс-спектрометрических исследований тех же классов антибиотиков с концентрированием на картриджах Oasis HLB в образцах воды большего объема от 500 см³ [18, 23] до 1000 см³ [24, 25]. Повышение чувствительности определения антибиотиков на фоне анализа небольшого объема образца, возможно, связано со снижением влияния матричного эффекта, зависящего в том числе от кратности концентрирования анализируемой пробы воды.

Погрешность количественного определения антибиотиков в воде методом абсолютной градуировки с проведением процедуры ТФЗ составила 24–34 %, при прямом вводе проб – 20–24 %. Значения погрешности и ее составляющих сопоставимы с уровнями погрешностей, полученными при использовании метода внутреннего стандарта для построения градуировочной характеристики и количественного хромато-масс-спектрометрического анализа антибиотиков классов макролидов, пенициллинов и фторхинолонов в водных средах [26].

Преимущество разработанной методики заключается в существенном сокращении времени подготовки проб и в целом продолжительности одного анализа, не превышающей 30 мин.

Апробация методики проведена при исследовании проб воды источников централизованного водоснабжения, природной воды и воды плавательных бассейнов. Результаты исследований показали отсутствие изучаемых антибиотиков в проанализированных пробах в концентрациях на уровне и выше 0,25 ПДК и 0,25 ОДУ, что, вероятно, может быть связано с отсутствием источников выделения изучаемых антибиотиков на территории обследования или другими, не изученными в настоящей работе факторами.

Ограничения исследования. Связаны с ограниченным по времени периодом отбора и недостаточным количеством проанализированных проб воды. Расширение перечня обследуемых водоемов на различных территориях может стать направлением дальнейших исследований по оценке содержания антибиотиков в водных средах.

Заключение. Разработанная методика может быть использована в гигиенических исследованиях содержания остаточных количеств антибиотиков в воде для оценки качества источников питьевого и культурно-бытового водоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропова Н.С., Ушакова О.В., Водянова М.А., Савостикова О.Н. Риск распространения антибиотикорезистентности через объекты окружающей среды и продукты питания (обзорная статья) // Российский журнал восстановительной медицины. 2020. № 4. С. 36–51. EDN EQYXXJ.
2. Mutua F, Sharma G, Grace D, Bandyopadhyay S, Shome B, Lindahl J. A review of animal health and drug use practices in India, and their possible link to antimicrobial resistance. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020;9(1):103. doi: 10.1186/s13756-020-00760-3
3. Li S, Shi W, You M, *et al*. Antibiotics in water and sediments of Danjiangkou Reservoir, China: Spatiotemporal distribution and indicator screening. *Environ Pollut*. 2019;246:435–442. doi: 10.1016/j.envpol.2018.12.038
4. Mijangos L, Ziarrusta H, Ros O, *et al*. Occurrence of emerging pollutants in estuaries of the Basque Country: analysis of sources and distribution, and assessment of the environmental risk. *Water Res*. 2018;147:152–163. doi: 10.1016/j.watres.2018.09.033
5. Fernandes JP, Almeida CMR, Salgado MA, Carvalho MF, Mucha AP. Pharmaceutical compounds in aquatic environments – Occurrence, fate and bioremediation prospective. *Toxics*. 2021;9(10):257. doi: 10.3390/toxics9100257
6. Марченко Б.И., Назарянц А.А., Нестерова О.А. Фармацевтические средства и их дериваты в водных объектах как фактор эколого-гигиенического риска. Анализ риска здоровью – 2023. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023. Т. 1. С. 60–68.
7. Bengtsson-Palme J, Kristiansson E, Larsson DG. Environmental factors influencing the development and spread of antibiotic resistance. *FEMS Microbiol Rev*. 2018;42(1):fux053. doi: 10.1093/femsre/fux053
8. Manyi-Loh CE, Okoh AI, Lues R. Occurrence and multidrug resistance in strains of *Listeria monocytogenes* recovered from the anaerobic co-digestion sludge contained in a single stage steel biodigester: Implications for antimicrobial stewardship. *Microorganisms*. 2023;11(3):725. doi: 10.3390/microorganisms11030725
9. Maghsodian Z, Sanati AM, Mashifana T, *et al*. Occurrence and distribution of antibiotics in the water, sediment, and biota of freshwater and marine environments: A review. *Antibiotics (Base)*. 2022;11(11):1461. doi: 10.3390/antibiotics11111461
10. Huang F, An Z, Moran MJ, Liu F. Recognition of typical antibiotic residues in environmental media related to groundwater in China (2009–2019). *J Hazard Mater*. 2020;399:122813. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.122813
11. Bianco K, de Farias BO, Gonçalves-Brito AS, *et al*. Mobile resistome of microbial communities and antimicrobial residues from drinking water supply systems in Rio de Janeiro, Brazil. *Sci Rep*. 2022;12(1):19050. doi: 10.1038/s41598-022-21040-7
12. Лаврухина О.И., Амелин В.Г., Киш Л.К., Третьяков А.В., Пеньков Т.Д. Определение остаточных количеств антибиотиков в объектах окружающей среды и пищевых продуктах // Журнал аналитической химии. 2022. Т. 77. № 11. С. 969–1015.
13. Wang J, Ye K-X, Tian Y, *et al*. Simultaneous determination of 22 antibiotics in environmental water samples by solid phase extraction-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Se Pu*. 2023;41(3):241–249. (In Chinese.) doi: 10.3724/SP.J.1123.2022.06004
14. Qi M, He P, Hu H, *et al*. An automated solid-phase extraction-UPLC-MS/MS method for simultaneous determination of sulfonamide antimicrobials in environmental water. *Molecules*. 2023;28(12):4694. doi: 10.3390/molecules28124694

⁵ EPA Method 1694: Pharmaceuticals and Personal Care Products in Water, Soil, Sediment, and Biosolids by HPLC/MS/MS. 2007.

15. Zeng Y, Chang F, Liu Q, Duan L, Li D, Zhang H. Recent advances and perspectives on the sources and detection of antibiotics in aquatic environments. *J Anal Methods Chem.* 2022;2022:5091181. doi: 10.1155/2022/5091181
16. Chen Y, Xie Q, Wan J, Yang S, Wang Y, Fan H. Occurrence and risk assessment of antibiotics in multifunctional reservoirs in Dongguan, China. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2020;27(12):13565–13574. doi: 10.1007/s11356-019-07436-5
17. Bailón-Pérez MI, García-Campaña A, Cruces-Blanco C, del Olmo Iruela M. Trace determination of β -lactam antibiotics in environmental aqueous samples using off-line and on-line preconcentration in capillary electrophoresis. *J Chromatogr A.* 2008;1185(2):273–280. doi: 10.1016/j.chroma.2007.12.088
18. Goessens T, Huysman S, De Troyer N, et al. Multi-class analysis of 46 antimicrobial drug residues in pond water using UHPLC-Orbitrap-HRMS and application to freshwater ponds in Flanders, Belgium. *Talanta.* 2020;220:121326. doi: 10.1016/j.talanta.2020.121326
19. Wang J. Analysis of macrolide antibiotics, using liquid chromatography-mass spectrometry, in food, biological and environmental matrices. *Mass Spectrom Rev.* 2009;28(1):50–92. doi: 10.1002/mas.20189
20. Hu P, Ma X, Bo T. Determination confirmation quantification of trace β -lactam antibiotics in milk by LC/MS/MS. Application, Agilent Technologies. 2009. <https://www.manuallib.com/file/2648937>
21. Chitescu CL, Kaklamanos G, Nicolau AI, Stolker AA. High sensitive multiresidue analysis of pharmaceuticals and antifungals in surface water using U-HPLC-Q-Exactive Orbitrap HRMS. Application to the Danube river basin on the Romanian territory. *Sci Total Environ.* 2015;532:501–511. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.06.010
22. Böger B, Surek M, Vilhena RO, et al. Occurrence of antibiotics and antibiotic resistant bacteria in subtropical urban rivers in Brazil. *J Hazard Mater.* 2021;402:123448. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123448
23. Ye Z, Weinberg HS, Meyer M. Trace analysis of trimethoprim and sulfonamide, macrolide, quinolone, and tetracycline antibiotics in chlorinated drinking water using liquid chromatography electrospray tandem mass spectrometry. *Anal Chem.* 2007;79(3):1135–1144. doi: 10.1021/ac060972a
24. Chen Y, Xie Q, Wan J, Yang S, Wang Y, Fan H. Occurrence and risk assessment of antibiotics in multifunctional reservoirs in Dongguan, China. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2020;27(12):13565–13574. doi: 10.1007/s11356-019-07436-5
25. Bianco K, de Farias BO, Gonçalves-Brito A, et al. Mobile resistome of microbial communities and antimicrobial residues from drinking water supply systems in Rio de Janeiro, Brazil. *Sci Rep.* 2022;12(1):19050. doi: 10.1038/s41598-022-21040-7
26. Azzi M, Ravier S, Elkak A, Coulomb B, Boudenne J-L. Fast UHPLC-MS/MS for the simultaneous determination of azithromycin, erythromycin, fluoxetine and sotalol in surface water samples. *Appl Sci.* 2021;11(18):8316. doi: 10.3390/app11188316
1. Antropova NS, Ushakova OV, Vodyanova MA, Savostikova ON. Risk of antibiotic resistance extension via environmental objects and food products (review). *Rossiyskiy Zhurnal Vosstanovitel'noy Meditsiny.* 2020;(4):36–51. (In Russ.)
2. Mutua F, Sharma G, Grace D, Bandyopadhyay S, Shome B, Lindahl J. A review of animal health and drug use practices in India, and their possible link to antimicrobial resistance. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2020;9(1):103. doi: 10.1186/s13756-020-00760-3
3. Li S, Shi W, You M, et al. Antibiotics in water and sediments of Danjiangkou Reservoir, China: Spatiotemporal distribution and indicator screening. *Environ Pollut.* 2019;246:435–442. doi: 10.1016/j.envpol.2018.12.038
4. Mijangos L, Ziarrusta H, Ros O, et al. Occurrence of emerging pollutants in estuaries of the Basque Country: Analysis of sources and distribution, and assessment of the environmental risk. *Water Res.* 2018;147:152–163. doi: 10.1016/j.watres.2018.09.033
5. Fernandes JP, Almeida CMR, Salgado MA, Carvalho MF, Mucha AP. Pharmaceutical compounds in aquatic environments – Occurrence, fate and bioremediation prospective. *Toxics.* 2021;9(10):257. doi: 10.3390/toxics9100257
6. Marchenko BI, Nazaryants AA, Nesterova OA. [Pharmaceuticals and their derivatives in water bodies as an environmental and hygienic risk factor.] In: Popova AYU, Zaitseva NV, eds. *Health Risk Analysis – 2023: Proceedings of the XIII Russian Scientific and Practical Conference, Perm, May 17–19, 2023.* Perm: Perm National Research Polytechnic University; 2023;1:60–68. (In Russ.)
7. Bengtsson-Palme J, Kristiansson E, Larsson DG. Environmental factors influencing the development and spread of antibiotic resistance. *FEMS Microbiol Rev.* 2018;42(1):fux053. doi: 10.1093/femsre/fux053
8. Manyi-Loh CE, Okoh AI, Lues R. Occurrence and multidrug resistance in strains of *Listeria monocytogenes* recovered from the anaerobic co-digestion sludge contained in a single stage steel biodigester: Implications for antimicrobial stewardship. *Microorganisms.* 2023;11(3):725. doi: 10.3390/microorganisms11030725
9. Maghsodian Z, Sanati AM, Mashifana T, et al. Occurrence and distribution of antibiotics in the water, sediment, and biota of freshwater and marine environments: A review. *Antibiotics (Basel).* 2022;11(11):1461. doi: 10.3390/antibiotics11111461
10. Huang F, An Z, Moran MJ, Liu F. Recognition of typical antibiotic residues in environmental media related to groundwater in China (2009–2019). *J Hazard Mater.* 2020;399:122813. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.122813
11. Bianco K, de Farias BO, Gonçalves-Brito AS, et al. Mobile resistome of microbial communities and antimicrobial residues from drinking water supply systems in Rio de Janeiro, Brazil. *Sci Rep.* 2022;12(1):19050. doi: 10.1038/s41598-022-21040-7
12. Lavrukchina OI, Amelin VG, Kish LK, Tret'yakov AV, Pen'kov TD. [Determination of residual quantities of antibiotics in environmental media and food products.] *Zhurnal Analiticheskoy Khimii.* 2022;77(11):969–1015. (In Russ.) doi: 10.31857/S004445022211007X
13. Wang J, Ye K-X, Tian Y, et al. Simultaneous determination of 22 antibiotics in environmental water samples by solid phase extraction-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Se Pu.* 2023;41(3):241–249. (In Chinese.) doi: 10.3724/SP.J.1123.2022.06004
14. Qi M, He P, Hu H, et al. An automated solid-phase extraction-UPLC-MS/MS method for simultaneous determination of sulfonamide antimicrobials in environmental water. *Molecules.* 2023;28(12):4694. doi: 10.3390/molecules28124694
15. Zeng Y, Chang F, Liu Q, Duan L, Li D, Zhang H. Recent advances and perspectives on the sources and detection of antibiotics in aquatic environments. *J Anal Methods Chem.* 2022;2022:5091181. doi: 10.1155/2022/5091181
16. Chen Y, Xie Q, Wan J, Yang S, Wang Y, Fan H. Occurrence and risk assessment of antibiotics in multifunctional reservoirs in Dongguan, China. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2020;27(12):13565–13574. doi: 10.1007/s11356-019-07436-5

REFERENCES

1. Antropova NS, Ushakova OV, Vodyanova MA, Savostikova ON. Risk of antibiotic resistance extension via environmental objects and food products (review). *Rossiyskiy Zhurnal Vosstanovitel'noy Meditsiny.* 2020;(4):36–51. (In Russ.)
2. Mutua F, Sharma G, Grace D, Bandyopadhyay S, Shome B, Lindahl J. A review of animal health and drug use practices in India, and their possible link to antimicrobial resistance. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2020;9(1):103. doi: 10.1186/s13756-020-00760-3
3. Li S, Shi W, You M, et al. Antibiotics in water and sediments of Danjiangkou Reservoir, China: Spatiotemporal distribution and indicator screening. *Environ Pollut.* 2019;246:435–442. doi: 10.1016/j.envpol.2018.12.038
4. Mijangos L, Ziarrusta H, Ros O, et al. Occurrence of emerging pollutants in estuaries of the Basque Country: Analysis of sources and distribution, and assessment of the environmental risk. *Water Res.* 2018;147:152–163. doi: 10.1016/j.watres.2018.09.033
5. Fernandes JP, Almeida CMR, Salgado MA, Carvalho MF, Mucha AP. Pharmaceutical compounds in aquatic environments – Occurrence, fate and bioremediation prospective. *Toxics.* 2021;9(10):257. doi: 10.3390/toxics9100257
6. Marchenko BI, Nazaryants AA, Nesterova OA. [Pharmaceuticals and their derivatives in water bodies as an environmental and hygienic risk factor.] In: Popova AYU, Zaitseva NV, eds. *Health Risk Analysis – 2023: Proceedings of the XIII Russian Scientific and Practical Conference, Perm, May 17–19, 2023.* Perm: Perm National Research Polytechnic University; 2023;1:60–68. (In Russ.)
7. Bengtsson-Palme J, Kristiansson E, Larsson DG. Environmental factors influencing the development and spread of antibiotic resistance. *FEMS Microbiol Rev.* 2018;42(1):fux053. doi: 10.1093/femsre/fux053
8. Manyi-Loh CE, Okoh AI, Lues R. Occurrence and multidrug resistance in strains of *Listeria monocytogenes* recovered from the anaerobic co-digestion sludge contained in a single stage steel biodigester: Implications for antimicrobial stewardship. *Microorganisms.* 2023;11(3):725. doi: 10.3390/microorganisms11030725
9. Maghsodian Z, Sanati AM, Mashifana T, et al. Occurrence and distribution of antibiotics in the water, sediment, and biota of freshwater and marine environments: A review. *Antibiotics (Basel).* 2022;11(11):1461. doi: 10.3390/antibiotics11111461
10. Huang F, An Z, Moran MJ, Liu F. Recognition of typical antibiotic residues in environmental media related to groundwater in China (2009–2019). *J Hazard Mater.* 2020;399:122813. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.122813
11. Bianco K, de Farias BO, Gonçalves-Brito AS, et al. Mobile resistome of microbial communities and antimicrobial residues from drinking water supply systems in Rio de Janeiro, Brazil. *Sci Rep.* 2022;12(1):19050. doi: 10.1038/s41598-022-21040-7
12. Lavrukchina OI, Amelin VG, Kish LK, Tret'yakov AV, Pen'kov TD. [Determination of residual quantities of antibiotics in environmental media and food products.] *Zhurnal Analiticheskoy Khimii.* 2022;77(11):969–1015. (In Russ.) doi: 10.31857/S004445022211007X
13. Wang J, Ye K-X, Tian Y, et al. Simultaneous determination of 22 antibiotics in environmental water samples by solid phase extraction-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Se Pu.* 2023;41(3):241–249. (In Chinese.) doi: 10.3724/SP.J.1123.2022.06004
14. Qi M, He P, Hu H, et al. An automated solid-phase extraction-UPLC-MS/MS method for simultaneous determination of sulfonamide antimicrobials in environmental water. *Molecules.* 2023;28(12):4694. doi: 10.3390/molecules28124694
15. Zeng Y, Chang F, Liu Q, Duan L, Li D, Zhang H. Recent advances and perspectives on the sources and detection of antibiotics in aquatic environments. *J Anal Methods Chem.* 2022;2022:5091181. doi: 10.1155/2022/5091181
16. Chen Y, Xie Q, Wan J, Yang S, Wang Y, Fan H. Occurrence and risk assessment of antibiotics in multifunctional reservoirs in Dongguan, China. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2020;27(12):13565–13574. doi: 10.1007/s11356-019-07436-5

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-2-32-41>

Original Research Article

17. Bailón-Pérez MI, García-Campaña A, Cruces-Blanco C, del Olmo Iruela M. Trace determination of β -lactam antibiotics in environmental aqueous samples using off-line and on-line preconcentration in capillary electrophoresis. *J Chromatogr A*. 2008;1185(2):273–280. doi: 10.1016/j.chroma.2007.12.088
18. Goessens T, Huysman S, De Troyer N, et al. Multi-class analysis of 46 antimicrobial drug residues in pond water using UHPLC-Orbitrap-HRMS and application to freshwater ponds in Flanders, Belgium. *Talanta*. 2020;220:121326. doi: 10.1016/j.talanta.2020.121326
19. Wang J. Analysis of macrolide antibiotics, using liquid chromatography-mass spectrometry, in food, biological and environmental matrices. *Mass Spectrom Rev*. 2009;28(1):50–92. doi: 10.1002/mas.20189
20. Hu P, Ma X, Bo T. Determination confirmation quantification of trace β -lactam antibiotics in milk by LC/MS/MS. Application, Agilent Technologies. 2009. <https://www.manuallib.com/file/2648937>
21. Chitescu CL, Kaklamanos G, Nicolau AI, Stolker AA. High sensitive multiresidue analysis of pharmaceuticals and antifungals in surface water using U-HPLC-Q-Exactive Orbitrap HRMS. Application to the Danube river basin on the Romanian territory. *Sci Total Environ*. 2015;532:501–511. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.06.010
22. Böger B, Surek M, Vilhena RO, et al. Occurrence of antibiotics and antibiotic resistant bacteria in subtropical urban rivers in Brazil. *J Hazard Mater*. 2021;402:123448. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123448
23. Ye Z, Weinberg HS, Meyer M. Trace analysis of trimethoprim and sulfonamide, macrolide, quinolone, and tetracycline antibiotics in chlorinated drinking water using liquid chromatography electrospray tandem mass spectrometry. *Anal Chem*. 2007;79(3):1135–1144. doi: 10.1021/ac060972a
24. Chen Y, Xie Q, Wan J, Yang S, Wang Y, Fan H. Occurrence and risk assessment of antibiotics in multifunctional reservoirs in Dongguan, China. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2020;27(12):13565–13574. doi: 10.1007/s11356-019-07436-5
25. Bianco K, de Farias BO, Gonçalves-Brito A, et al. Mobile resistome of microbial communities and antimicrobial residues from drinking water supply systems in Rio de Janeiro, Brazil. *Sci Rep*. 2022;12(1):19050. doi: 10.1038/s41598-022-21040-7
26. Azzi M, Ravier S, Elkak A, Coulomb B, Boudenne J-L. Fast UHPLC-MS/MS for the simultaneous determination of azithromycin, erythromycin, fluoxetine and sotalol in surface water samples. *Appl Sci*. 2021;11(18):8316. doi: 10.3390/app11188316

Сведения об авторе:

✉ **Карнажицкая** Татьяна Дмитриевна – к.б.н., заведующая лабораторией методов жидкостной хроматографии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора; e-mail: tdkarn@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6768-0045>.

Нурисламова Татьяна Валентиновна – д.б.н., доцент, заведующая отделом химико-аналитических методов исследования ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора; e-mail: nurtat@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-3037>.

Старчикова Мария Олеговна – младший научный сотрудник лаборатории методов жидкостной хроматографии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора; e-mail: Starchikova.mar@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3259-1509>.

Терентьев Геннадий Ильич – заведующий отделением физико-химических методов исследования ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае».

Поспелова Анна Анатольевна – к.фарм.н., химик-эксперт ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», e-mail: fbuz_cgepk@mail.ru

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Нурисламова Т.В., Карнажицкая Т.Д.; сбор данных: Поспелова А.А., Терентьев Г.И.; анализ и интерпретация результатов: Поспелова А.А., Терентьев Г.И., Карнажицкая Т.Д.; литературный обзор: Карнажицкая Т.Д., Старчикова М.О.; подготовка рукописи: Нурисламова Т.В., Карнажицкая Т.Д., Поспелова А.А. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 27.11.23 / Принята к публикации: 09.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

✉ Tatyana D. **Karnazhitskaya**, Cand. Sci. (Biol.), Head of Liquid Chromatography Laboratory, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: tdkarn@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6768-0045>.

Tatyana V. **Nurislamova**, Dr. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Head of the Department of Analytical Chemistry, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: nurtat@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-3037>.

Maria O. **Starchikova**, Junior Researcher, Liquid Chromatography Laboratory, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: Starchikova.mar@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3259-1509>.

Gennady I. **Terentyev**, Head of the Department of Physicochemical Testing, Center for Hygiene and Epidemiology in the Perm Region.

Anna A. **Pospelova**, Cand. Sci. (Pharm.), Expert Chemist, Center for Hygiene and Epidemiology in the Perm Region; e-mail: fbuz_cgepk@mail.ru.

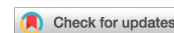
Author contributions: study conception and design: Nurislamova T.V., Karnazhitskaya T.D.; data collection: Pospelova A.A., Terentyev G.I.; analysis and interpretation of results: Pospelova A.A., Terentyev G.I., Karnazhitskaya T.D.; bibliography compilation and referencing: Karnazhitskaya T.D., Starchikova M.O.; draft manuscript preparation: Nurislamova T.V., Karnazhitskaya T.D., Pospelova A.A. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

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

Received: November 27, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: February 29, 2024



Многолетние тенденции общей заболеваемости детей в связи с региональной экологической обстановкой в Астраханской области

О.А. Башкина¹, М.В. Богданынц¹, С.А. Ерачина², Е.Г. Сангина³

¹ ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Бакинская, д. 121, г. Астрахань, 414000, Российская Федерация

² ГБУЗ АО «Медицинский информационно-аналитический центр», ул. Татищева, д. 16в, г. Астрахань, 414056, Российская Федерация

³ ООО «Научно-исследовательский центр «Фортес», ул. Латышева, д. 6–10, г. Астрахань, 414056, Российская Федерация

Резюме

Введение. Одной из задач профилактической медицины и гигиенической науки является изучение взаимосвязи экологических факторов и состояния здоровья населения.

Цель исследования: провести сравнительный анализ динамики уровней общей заболеваемости детей в Астраханской области и в городе Астрахани с аналогичными данными для Российской Федерации в период 2007–2020 гг. во взаимосвязи с количеством выбросов загрязняющих веществ на душу населения.

Материалы и методы. Использованы официальные статистические данные о численности населения, общей заболеваемости детей, выбросах загрязняющих веществ в атмосферу в Астраханской области за соответствующие годы. Применены методы математико-статистического анализа, построения трендовых линий и расчета уравнений линейной регрессии встроенными программными средствами Microsoft Excel. Для расчета коэффициентов ранговой корреляции Спирмена использован сервис, реализованный в сети Интернет в виде онлайн-калькулятора.

Результаты. Общая заболеваемость детей с высокой степенью достоверности имеет понижающийся тренд как в г. Астрахани, так и в Астраханской области в целом. Уровень общей заболеваемости детей в регионе в среднем на 15,6 %, а в г. Астрахани – на 7,8 % ниже общероссийских показателей. Расчеты ранговых коэффициентов корреляции Спирмена показали наличие в Астраханской области высокой и прямой статистически значимой связи между количеством выбросов загрязняющих веществ на душу населения и общей заболеваемостью детей ($r_s = 0,73$; $p = 0,003$) при умеренной прямой статистически незначимой корреляции ($r_s = 0,32$; $p = 0,41$) в целом по Российской Федерации и при практическом отсутствии такой связи для данных, рассчитанных для отдельно взятого города Астрахани ($r_s = 0,26$; $p = 0,32$).

Заключение. При прогнозируемом тренде снижения общей заболеваемости детского населения установлена статистически значимая взаимосвязь детского здоровья с особенностями региональной экологической обстановки, которую следует учитывать при разработке профилактических программ.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, общая заболеваемость детей (0–14 лет), выбросы загрязняющих веществ на душу населения.

Для цитирования: Башкина О.А., Богданынц М.В., Ерачина С.А., Сангина Е.Г. Многолетние тенденции общей заболеваемости детей в связи с региональной экологической обстановкой в Астраханской области // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 42–51. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-42-51

Long-Term Prevalence Trends in Children in Relation to Environmental Issues in the Astrakhan Region

Olga A. Bashkina,¹ Maya V. Bogdanyants,¹ Svetlana A. Erachina,² Elena G. Sangina³

¹ Astrakhan State Medical University, 121 Bakinskaya Street, Astrakhan, 414000, Russian Federation

² Medical Information and Analytical Center, 16v Tatishchev Street, Astrakhan, 414056, Russian Federation

³ Fortes Research Center LLC, 6-10 Latyshev Street, Astrakhan, 414056, Russian Federation

Summary

Introduction: One of the tasks of preventive medicine and hygiene is to study the relationship between environmental factors and human health.

The purpose of the study was to compare pediatric prevalence rates in the Astrakhan Region and in the city of Astrakhan in 2007–2020 with those for the Russian Federation in relation to per capita emissions of environmental pollutants.

Materials and methods: We used official statistics on the size of population, prevalence rates in children, and emissions of air pollutants in the Astrakhan Region for the years under study. Methods of mathematical and statistical analysis, construction of trend lines and calculation of linear regression equations using built-in Microsoft Excel software were applied. An online Spearman's Rho Calculator was used to compute correlation coefficients.

Results: The prevalence in children showed a statistical downward trend both in Astrakhan and in the Astrakhan Region as a whole with its rates being, on average, 7.8 % and 15.6 % lower than the national ones, respectively. The Spearman's Rho (r_s) showed the presence of a high and direct statistically significant correlation between per capita emissions of air pollutants and disease prevalence in the child population in the Astrakhan Region ($r_s = 0.73$; $p = 0.003$) with a moderate direct, yet insignificant, correlation for the Russian Federation as a whole ($r_s = 0.32$; $p = 0.41$) and null correlation for the data computed for the Astrakhan ($r_s = 0.26$; $p = 0.32$).

Conclusion: Along with the predicted decreasing trend in prevalence in the pediatric population, we established a statistical relationship between local environmental problems and children's health, which should be taken into account in the development of disease prevention programs.

Keywords: ambient air pollution, prevalence, children aged 0–14 years, per capita emissions.

Cite as: Bashkina OA, Bogdanyants MV, Erachina SA, Sangina EG. Long-term prevalence trends in children in relation to environmental issues in the Astrakhan Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):42–51. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-42-51

Введение. Согласно Стратегии национальной безопасности Российской Федерации¹, важным направлением обеспечения национальной безопасности Российской Федерации (далее – РФ), реализуемым посредством государственной социально-экономической политики, является создание условий для укрепления здоровья граждан. При этом в соответствии с положениями Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»² наше государство признает приоритет охраны здоровья детей, которые, согласно действующему законодательству, подлежат особой охране, включая заботу об их здоровье и надлежащую правовую защиту в сфере охраны здоровья. Охрана здоровья населения, особенно детского, является не менее актуальной задачей развития для всех стран и народов мира [1–3].

Выявление влияния региональных особенностей климатических, экологических и социальных условий среды обитания населения на заболеваемость вызывает повышенный интерес специалистов России, поскольку является важнейшей гигиенической задачей, решение которой дает ключ к пониманию необходимых мер профилактики и закладывает фундамент для будущего санитарно-гигиенического благополучия и социально-экономического процветания страны и ее регионов [4–6].

Для решения указанной задачи специалистами в РФ разрабатываются новые методические подходы к расчету индекса общественного здоровья в регионах; ведется оптимизация системы наблюдения за состоянием здоровья населения и программ мониторинга концентраций загрязняющих веществ (далее – ЗВ) в атмосферном воздухе населенных пунктов [7–10]. Одновременно совершенствуются инструменты и способы формирования доказательной базы ассоциированности заболеваний с качеством атмосферного воздуха, формируются новые знания о зависимостях в системе «среда – здоровье», о показателях риска и вреда здоровью, позволяющие корректировать управление в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия и безопасности жизнедеятельности населения [11]. Для анализа и прогнозирования заболеваемости используются эпидемиологические методы выявления ее связи с состоянием окружающей среды. Интеграция методологии оценки риска здоровью в задачи управления качеством воздуха в настоящее время развивается параллельно с новыми научными направлениями, исследующими вероятность генетических и эпигенетических нарушений здоровья людей под действием внешних средовых факторов. Современные данные свидетельствуют о том, что экологическая эпигенетика играет важную роль в формировании фенотипа многих известных заболеваний [12].

Установлено, что ЗВ оказывают системное воздействие на критические органы и системы человека

и могут вызывать дополнительную смертность. По данным Государственного доклада³, дополнительная смертность и заболеваемость населения от причин, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, вероятно составили 2,4 тыс. и 863,55 тыс. случаев соответственно. Многочисленными исследованиями, выполненными в различных регионах РФ за последние годы, выявлена ассоциация с аэрогенным воздействием химических веществ наибольшего процента первичной заболеваемости по классам болезней органов дыхания, пищеварения, нервной, эндокринной, костно-мышечной и иммунной системы, глаза и его придаточного аппарата [13, 14].

Результаты многочисленных зарубежных исследований в этой области позволяют утверждать, что загрязнение воздуха может разными путями влиять на здоровье ребенка, включая окислительный стресс, воспаление, эндокринные нарушения, генетику и эпигенетику [15–21]. Международные эксперты однозначно связывают болезни органов дыхания у детей с присутствием во вдыхаемом ими воздухе пыли, оксидов азота, диоксида серы, оксида углерода, летучих органических соединений (ЛОС), формальдегида, ароматических и алифатических углеводорода. Например, повышенные концентрации формальдегида в воздухе рассматриваются в качестве главной причины снижения детского иммунитета и формирования в перспективе онкологических заболеваний (рак носоглотки, лейкоз). При этом необходимо учитывать, что последствия загрязнения воздуха, возникая на каждом этапе жизненного пути, могут накапливаться в организме и передаваться из поколения в поколение [22].

Ранее авторами настоящей работы было доказано, что между валовым выбросом ЗВ в атмосферу региона и общей заболеваемостью детей (0–14 лет) в Астраханской области имеется сильная и прямая ($p = 0,83$, $T_{кр.} = 0,59$) статистически значимая связь. Кроме того, было установлено, что до 55,73 % заболеваний дыхательной системы, до 50,38 % болезней эндокринной системы и до 48,5 % случаев проявления тиреотоксикоза (гипертиреоза) у детей в Астраханской области являются «экологически детерминированными», т. е. они сильно связаны с присутствием в атмосфере посторонних веществ, учитываемых природоохранными органами как валовый выброс ЗВ от стационарных и передвижных источников в пределах региона [23, 24].

В более ранних исследованиях, проводившихся на территории средней полосы России, вклад загрязнения атмосферного воздуха в заболеваемость органов дыхания у детей также оценивался в разном примере 40 %, а в формировании болезней крови, эндокринной системы, органов пищеварения и мочеполовой системы – в пределах 13–26 % [25].

В 2018–2019 гг. в рамках подготовки к реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология»⁴ на основании результатов

¹ Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента РФ от 02.07.2021 № 400.

² Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 № 323-ФЗ (в ред. от 24.07.2023).

³ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ в 2018 году» (2018 г.) : Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 252 с.

⁴ Паспорт национального проекта «Экология» (утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16).

инструментальных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха на постах государственной наблюдательной сети Росгидромета выделены города с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферы. В список последних официально была включена Астрахань. По итогам 2021 года в рамках подготовки обновленного федерального проекта «Чистый воздух» Астрахань вновь вошла в перечень городов, где наблюдается высокий и очень высокий уровень загрязнения воздуха.

Поповой А.Ю. и соавт. показано, что важными аспектами развития комплексных региональных планов в рамках проекта «Чистый воздух» являются широкое информирование об опасном влиянии конкретных компонентов выбросов на здоровье населения, реальных медико-демографических потерях территории, включение в региональные планы эффективных воздухоохраных, компенсационных медико-профилактических мероприятий до достижения приемлемых рисков для здоровья населения. На примере ряда городов (Братск, Красноярск, Норильск, Чита) продемонстрировано, что воздухоохраные мероприятия по снижению выбросов поллютантов в атмосферу могут быть недостаточно эффективными. Остаточные риски для здоровья населения сохраняются высокими [26].

Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха представляет серьезные риски для здоровья населения. Кардинальное снижение уровня загрязнения воздуха является национальной задачей развития безопасной и комфортной среды проживания не только для 12 регионов, непосредственно участвующих в реализации проекта «Чистый воздух», но и для Астраханской области.

Целью исследования является сравнительный анализ динамики уровней общей заболеваемости детей (0–14 лет) в Астраханской области и в городе Астрахани с аналогичными данными для Российской Федерации в период 2007–2020 гг. во взаимосвязи с количеством выбросов ЗВ на душу населения.

Материалы и методы. В качестве исследуемой территории выбраны Астраханская область и город Астрахань в период 2007–2020 гг. Выбор места и времени исследования обусловлены официально признанным очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха в городе и наличием данных статистической отчетности о выбросах ЗВ в атмосферу⁵, опубликованных в Государственных докладах об экологической ситуации в Астраханской области за соответствующие годы. Для характеристики качества воздуха в статье использован показатель количества выбросов ЗВ в расчете на душу населения в Российской Федерации, взятый по данным Росстата⁶, а для Астраханской области –

рассчитанный нами на основании официальных данных Росприроднадзора и сведений о численности населения Астраханской области с официального сайта Астраханьстата⁷.

Источниками статистической информации о заболеваемости детей в регионе послужили данные Медицинского информационно-аналитического центра, Управления Роспотребнадзора по Астраханской области, опубликованные в Государственных докладах «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Астраханской области» за соответствующие годы. Использованы медицинские показатели «Общая заболеваемость детского населения» в нормированном виде на 1000 детского населения. Выявление корреляционных связей выполнено путем расчета рангового коэффициента корреляции Спирмена на уровне значимости $\alpha \leq 0,05$ с использованием сервиса, реализованного в сети Интернет в виде онлайн-калькулятора⁸. Построение трендовых линий и расчет уравнений линейной регрессии проведены встроенными программными средствами Microsoft Excel.

Результаты. Динамика уровней общей заболеваемости детей (0–14 лет) в Российской Федерации, в Астраханской области и в городе Астрахани в 2007–2020 гг. показана на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что многолетняя динамика общей заболеваемости детей (0–14 лет) демонстрирует тренд на снижение в рассматриваемом периоде времени как в Российской Федерации, так и в Астраханской области и в городе Астрахани. Достоверность линейной аппроксимации снижения общей заболеваемости детей в целом по стране за 2007–2020 гг. чрезвычайно низкая ($Y = -0,6X + 1587$; $R^2 = 6 \times 10^{-6}$), тогда как в Астраханской области ($Y = -43,07X + 2197,3$; $R^2 = 0,84$) и в городе Астрахани ($Y = -52,26X + 2441,4$; $R^2 = 0,79$) значения указанного показателя имеют понижающийся тренд с вероятностью более 79 %.

На этом же рисунке показана динамика отклонений уровня общей заболеваемости детей в г. Астрахани от среднего областного уровня в процентах от общей заболеваемости детей в Астраханской области (правая ось). Видно, что за все рассматриваемые годы (за исключением 2013 г.) общая заболеваемость в г. Астрахани всегда превышала средний областной уровень так, что отклонения иногда достигали 15–18 %. Статистический расчет показал, что общая заболеваемость детей в г. Астрахани в среднем на $(9,1 \pm 4,4)$ % выше среднего областного уровня.

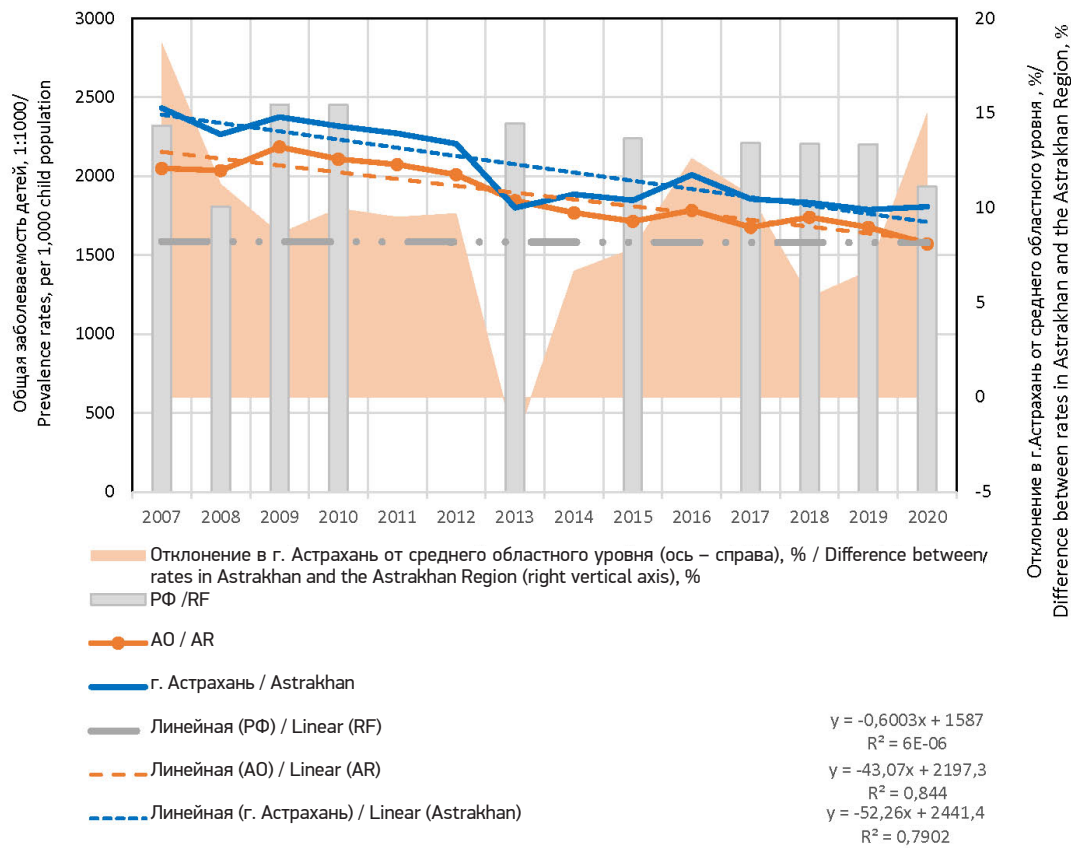
Сравнительный анализ отклонений средних уровней заболеваемости детей в Астраханской области и в г. Астрахани от средних российских показателей, принятых за 100 % в рассматриваемом периоде времени, представлен в таблице.

⁵ Официальная статистическая отчетность по форме 2-ТП (воздух). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect/> (дата обращения: 29.08.2023).

⁶ Росстат. Охрана окружающей среды в России. 2022: Статистический сборник. М.: Главный межрегиональный центр обработки и распространения статистической информации Федеральной службы государственной статистики; 2022. 115 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ochrana_okruj_sredi_2022.pdf (дата обращения: 29.08.2023).

⁷ Официальная статистика численности населения Астраханской области. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://30.rosstat.gov.ru/folder/162742> (дата обращения: 29.08.2023).

⁸ Онлайн-калькулятор Ро Спирмена [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.socscistatistics.com/tests/spearman/default2.aspx> (дата обращения: 10.11.2023).



Сокращения: РФ – Российская Федерация; АО – Астраханская область

Abbreviations: RF, Russian Federation; AR, Astrakhan Region

Рис. 1. Динамика общей заболеваемости детей (0–14 лет) в Российской Федерации, в Астраханской области и в городе Астрахани в период 2007–2020 гг.

Fig. 1. Prevalence rates in children aged 0–14 years in the Russian Federation, Astrakhan Region, and the city of Astrakhan in 2007–2020

Таблица. Сравнительный анализ средних уровней общей заболеваемости детей в Российской Федерации, в Астраханской области и в г. Астрахани в период 2007–2020 гг.

Table. Comparison of mean prevalence rates in children in the Russian Federation, Astrakhan Region, and the city of Astrakhan in 2007–2020

Наименование нозологий / Name of nosologies	Отклонение регионального уровня заболеваемости детей от среднего российского уровня / Difference between the regional and mean Russian rates			Отклонение уровня заболеваемости детей в г. Астрахани от среднего регионального уровня / Difference between the municipal and mean regional rates
	РФ / RF	Астраханская область / Astrakhan Region	г. Астрахань / Astrakhan	(г. Астрахань) (Астраханская область) / (Astrakhan) (Astrakhan Region)
Общая заболеваемость детей (от 0 до 14 лет) / Prevalence in children aged 0–14 years	100	$-15,6 \pm 10,5$	$-7,8 \pm 13,7$	$9,1 \pm 4,4$

Из таблицы видно, что региональные показатели детской заболеваемости ниже общероссийских в среднем на 15,6 %. Аналогичные средние значения общей заболеваемости детей, рассчитанные отдельно для г. Астрахани, оказались только на 7,8 % ниже общероссийских, а с учетом большой амплитуды отклонений от среднего значения они могут в отдельные годы даже превышать уровень РФ.

Зависимость между общей заболеваемостью детей, проживающих в Астраханской области, и средним российским уровнем общей заболеваемости детей по шкале Чеддока характеризуется как заметная корреляционная связь на пределе

статистической значимости ($r_s = 0,67$; $p = 0,05$), тогда как связь между общей заболеваемостью детей, проживающих в г. Астрахани, и средним областным уровнем общей заболеваемости детей имеет значительно более сильный характер и описывается как статистически значимая высокая корреляционная связь ($r_s = 0,86$; $p = 0,0001$).

Результаты корреляционного исследования взаимной парной зависимости между показателями общей заболеваемости детей в РФ и в регионе, а также в г. Астрахани и в регионе выявили заметную связь на пределе статистической значимости в первой паре, а во второй паре обнаружено наличие

очень сильной статистически значимой корреляции. Это позволяет сделать вывод, что статистика общей заболеваемости детей в Астраханской области имеет особенности, отличающие ее показатели от среднего уровня общей заболеваемости по стране. При этом следует учитывать, что она сильно связана с общей заболеваемостью детей, проживающих в г. Астрахани, поскольку 86 % областного уровня общей детской заболеваемости определяются заболеваниями городских детей.

График отклонений уровня общей заболеваемости детей в г. Астрахани от среднего областного уровня, нормированный в процентах к общей заболеваемости детей в Астраханской области (правая ось на рис. 1), свидетельствует, что городские дети болеют больше, чем в среднем по региону. Согласно данным статистического учета за последнее десятилетие, в Астраханской области в среднем пребывает 66,4 % городского населения, из которых 52,1 % проживают непосредственно в г. Астрахани, а согласно данным медицинской статистики, заболевания детей, проживающих в г. Астрахани, формируют 86 % областного уровня общей детской заболеваемости. Следовательно, снижение регионального уровня общей заболеваемости детей в Астраханской области относительно показателей для г. Астрахани обеспечивается за счет более крепкого здоровья детей у 47,9 % населения, проживающего в селах и 5 небольших городах с численностью населения не более 10–40 тысяч человек. По-видимому, здоровье

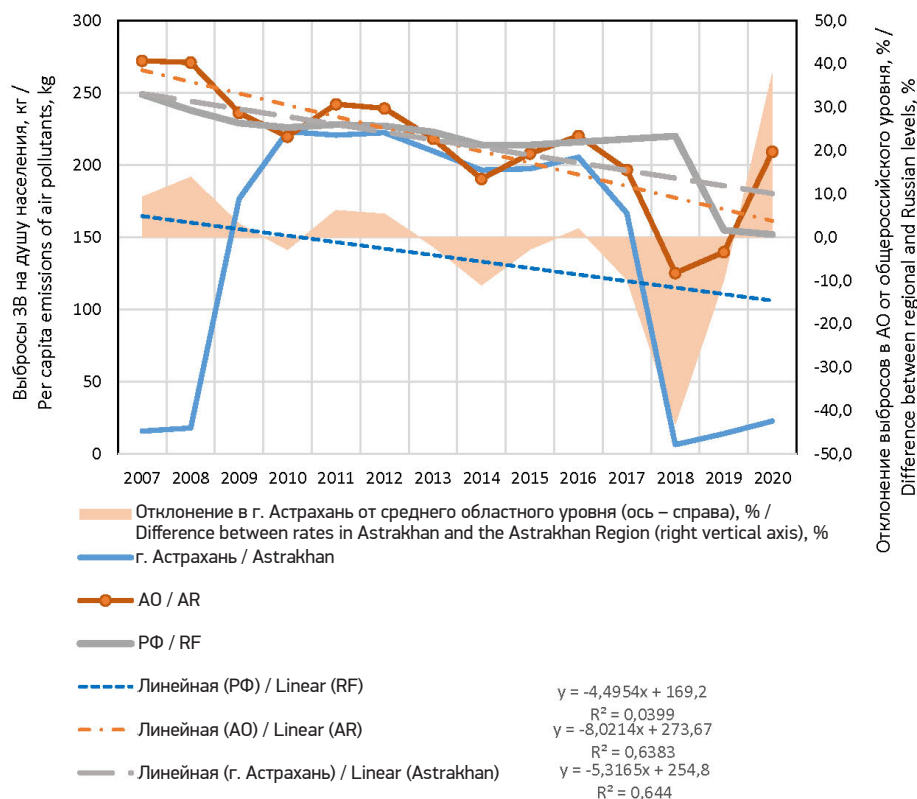
детей, проживающих в городе с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, подвержено более высоким рискам заболевания экологически обусловленными болезнями.

Техногенную нагрузку на той или иной территории в экологии принято оценивать по количеству выбросов ЗВ на душу населения, вычисляемому как отношение валовых выбросов ЗВ в атмосферный воздух к численности проживающего населения.

На рис. 2 представлена динамика изменения выбросов ЗВ в расчете на душу населения в Российской Федерации, в Астраханской области и в г. Астрахани в период 2007–2020 гг.

Видно, что значения этого показателя экологического благополучия в рассматриваемом периоде снижались как в Российской Федерации, так и в Астраханской области и в г. Астрахани. Это, по-видимому, служит объяснением понижающейся динамики всех графиков общей заболеваемости, показанных выше на рис. 1.

Расчеты ранговых коэффициентов корреляции Спирмена между количеством выбросов ЗВ на душу населения и общей заболеваемостью детей в Российской Федерации показали наличие умеренной и прямой статистически незначимой корреляции ($r_s = 0,32$; $p = 0,41$), тогда как для Астраханской области была установлена высокая и прямая статистически значимая связь между такими факторами ($r_s = 0,73$; $p = 0,003$).



Сокращения: РФ – Российская Федерация; АО – Астраханская область

Abbreviations: RF, Russian Federation; AR, Astrakhan Region

Рис. 2. Динамика выбросов загрязняющих веществ в расчете на душу населения в Российской Федерации и в Астраханской области в период 2007–2020 гг.

Fig. 2. Dynamics of per capita emissions of air pollutants in the Astrakhan Region and the Russian Federation in 2007–2020

Статистически значимой связи между общей заболеваемостью детей в г. Астрахани и количеством выбросов ЗВ на душу населения, рассчитанным нами по сведениям Астраханьстата о численности населения города и исходным данным Росприроднадзора о выбросах от стационарных источников в городе, выявлено не было ($r_s = 0,26$; $p = 0,32$).

Как видно из графиков на рис. 2, выбросы ЗВ в расчете на душу населения в период 2007–2020 гг. математически описываются очень близкими уравнениями линейной регрессии: в РФ ($Y = -5,3165X + 254,8$; $R^2 = 0,64$) и в Астраханской области ($Y = -8,0214X + 273,67$; $R^2 = 0,64$). Обе математические модели обладают достаточно высокой степенью достоверности: $R^2 = 64$ %. В то же время аналогичная аппроксимация кривой многолетней динамики выбросов ЗВ на душу населения для отдельно взятого г. Астрахани описывается уравнением линейной регрессии ($Y = -4,495X + 169,2$; $R^2 = 0,04$) лишь с достоверностью $R^2 = 4$ %, что не позволяет применять эту модель для практических целей.

Аналитические формулы приведенных выше математических моделей для РФ и Астраханской области позволяют заключить, что динамика снижения количества выбросов ЗВ в расчете на душу населения в Астраханской области имеет более высокую скорость в рассматриваемом периоде времени, поскольку тангенс угла наклона к оси ОХ по абсолютной величине для графика выбросов на душу населения в Астраханской области больше: $|-8,0214| > |-5,3165|$.

На рис. 2 также показана динамика отклонений количества выбросов ЗВ на душу населения в Астраханской области от среднего российского уровня, нормированная на величину выбросов ЗВ на душу населения в Российской Федерации (ось – справа). График свидетельствует, что на протяжении 2007–2020 гг. отклонения количества выбросов ЗВ на душу населения в Астраханской области от среднего по стране уровня случались неоднократно как в плюс, так и в минус с амплитудой, достигавшей $\pm(35-40)$ %.

Обсуждение. К основным результатам данной работы следует отнести совокупность обнаруженных понижающихся трендов многолетних уровней общей заболеваемости детей и количества выбросов ЗВ на душу населения в РФ, Астраханской области и в г. Астрахань.

Представления об «экологически детерминированных» заболеваниях, развиваемые многочисленными исследователями [1–6, 12–25], с учетом статистической достоверности математических моделей линейной регрессии для исследованных нами временных рядов медицинских и экологических показателей позволили с высокой вероятностью ожидать, что будет выявлена сильная статистически значимая корреляционная связь между уровнем общей заболеваемости детей и количеством выбросов ЗВ на душу населения в Астраханской области, что и было подтверждено расчетами.

Полученные в данной работе результаты по изменению динамики уровня общей заболеваемости детей в Астраханской области хорошо согласуются с выводом Ю.Н. Романковой и соавт. [27], сделанным на основе более ранних исследований (2000–2009 гг.), о том, что уровень первичной заболеваемости детей в Астраханской области ниже, чем в среднем по РФ. В то же время прогноз на продолжение предсказанной авторами «выраженной и статистически достоверной тенденции к росту практически по всем классам болезней» в Астраханской области не подтвердился.

Для понимания отрицательного результата поиска значимой корреляционной связи между общей заболеваемостью городских детей и количеством выбросов ЗВ на душу населения в г. Астрахань важно то, что существующая система статистической отчетности о выбросах ЗВ по ОКТМО не учитывает влияния на городскую агломерацию близко расположенных крупных промышленных объектов, зарегистрированных на территории других муниципальных образований, таких как, например, Астраханский газоперерабатывающий комплекс, находящийся в 50 км к северу от города и зарегистрированный в Красноярском районе Астраханской области.

Заслуживает внимания и тот факт, что отклонения регионального показателя количества ЗВ на душу населения в последние годы стабильно идут в плюс. Так, в 2020 г. техногенная нагрузка от выбросов ЗВ в Астраханской области составляла 209,4 кг/чел., что на 37,7 % выше, чем в РФ (152 кг/чел.). В 2021 и 2022 гг. количество выбросов ЗВ на душу населения в Астраханской области превышало средний российский уровень на 15,6 и 35,8 % соответственно. Нельзя исключать, что кардинальное снижение уровня загрязнения воздушной среды РФ в рамках реализации Федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология»⁹ постепенно нивелирует преимущества Астраханской области в части более низкой общей заболеваемости детей.

Таким образом, в целом по стране и для отдельно взятого г. Астрахани достоверность взаимосвязи между общей заболеваемостью городских детей и количеством выбросов ЗВ на душу населения в г. Астрахани не доказана. Однако для Астраханской области показатель выбросов ЗВ на душу населения действительно сильно связан со здоровьем детей и может использоваться как важный экологический фактор, который следует учитывать при прогнозировании уровня детской заболеваемости в регионе [28].

Сравнительная оценка характера заболеваемости детей экологически обусловленными патологиями может использоваться для определения потенциального загрязнения воздушной среды и служить основой для установления приоритетных поллютантов, подлежащих контролю в конкретном регионе [29].

⁹ Федеральный проект «Чистый воздух» реализуется в рамках Государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» (утверждена постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 №326) и национального проекта «Экология» (утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16).

Отметим также, что подобного рода исследования могут быть положены в основу решения обратной задачи: по показателям заболеваемости отдельными классами болезней, сильно отличающимся от среднероссийских или средних по области, можно оценивать экологическую обстановку в регионах или в отдельных городах.

Вопросы перспективного прогноза заболеваемости населения промышленных городов остаются актуальными. Развитие методологии анализа риска здоровью в задачах государственного управления санитарно-эпидемиологическим благополучием населения требует расширения и углубления знаний о механизмах формирования нарушений состояния здоровья под воздействием разнородных факторов среды обитания. Разнообразные количественные оценки взаимосвязи экологических показателей с факторами риска здоровью создают основу для моделирования нарастания риска в условиях изменяющейся экспозиции, что в перспективе позволит решить целый комплекс прикладных гигиенических задач [30].

Результаты многолетнего структурно-динамического анализа и прогнозирования заболеваемости детского населения во взаимосвязи с региональными экологическими особенностями могут использоваться при разработке медико-демографических, санитарно-гигиенических профилактических программ [31].

Заключение. Здоровье детей (0–14 лет) является одним из основных показателей демографического, медико-социального и экологического благополучия как в стране, так и в регионах. Многолетняя динамика общей заболеваемости детей (0–14 лет) демонстрирует отчетливый тренд на снижение в 2007–2020 гг. как в Российской Федерации, так и в Астраханской области и в городе Астрахани. Уровень общей заболеваемости детей в регионе ниже общероссийских показателей в среднем на 15,6 %, тогда как в г. Астрахани – только на 7,8 %.

Количество выбросов загрязняющих веществ в расчете на душу населения в Астраханской области и в Российской Федерации в период 2007–2020 гг. снижалось, что согласуется с понижающейся динамикой графиков общей заболеваемости в стране и в регионе.

Динамика общей заболеваемости детей в Астраханской области имеет особенности, отличающие ее от усредненной динамики общей заболеваемости детей в Российской Федерации, что позволяет выявить связь детского здоровья с особенностями региональной экологической обстановки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brumberg HL, Karr CJ; Council on Environmental Health. Ambient air pollution: Health hazards to children. *Pediatrics*. 2021;147(6):e2021051484. doi: 10.1542/peds.2021-051484
2. Clark H, Coll-Seck AM, Banerjee A, et al. A future for the world's children? A WHO–UNICEF–Lancet Commission. *Lancet*. 2020;395(10224):605–658. doi: 10.1016/S0140-6736(19)32540-1
3. DeFlorio-Barker S, Zelasky S, Park K, Lobdell DT, Stone SL, Rappazzo KM. Are the adverse health effects of air pollution modified among active children and adolescents? A review of the literature. *Prev Med*. 2022;164:107306. doi: 10.1016/j.ypmed.2022.107306
4. Колесникова С.М., Топалов К.П. Заболеваемость детского населения Хабаровского края в 2017–2022 годах: состояние и тенденции // Здоровоохранение Дальнего Востока. 2023. № 3. С. 4–12. doi: 10.33454/1728-1261-2023-3-4-12
5. Burtseva TE, Evseeva SA, Savvina MS, Yakovleva SY, Chasnyk VG. Evolution of the structure of children's morbidity rate in the Republic of Sakha (Yakutia). *Int J Biomed*. 2018;8(1):47–50. doi: 10.21103/Article8(1)_OA7
6. Аладышкина А.С., Лакшина В.В., Леонова Л.А., Максимов А.Г. Эколого-экономическое моделирование влияния окружающей среды на заболеваемость подрастающего поколения на примере Нижегородской области // Социальные аспекты здоровья населения. 2018. Т. 2. № 60. С. 8. doi: 10.21045/2071-5021-2018-60-2-8
7. Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В., Зудин А.Б., Васюнина А.Е., Васильев М.Д. Расчет индекса общественного здоровья в регионах Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 12. С. 7–16. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-12-7-16
8. Васильева Т.П., Ларионов А.В., Русских С.В. и др. Методологический подход к организации мониторинга здоровья населения в Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 7. С. 7–17. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-7-7-17
9. Май И.В., Зайцева Н.В. Показатели риска и вреда здоровью населения в системе новых механизмов мониторинга и управления качеством воздуха // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 10. С. 7–15. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-10-7-15
10. Гурвич В.Б., Козловских Д.Н., Власов И.А. и др. Методические подходы к оптимизации программ мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» (на примере города Нижнего Тагила) // Здоровье населения и среда обитания. 2020. Т. 330. № 9. С. 38–47. doi: 10.35627/2219-5238/2020-330-9-38-47
11. Зайцева Н.В., Жданова-Заплесвичко И.Г., Землянова М.А., Пережогин А.Н., Савиных Д.Ф. Опыт организации и проведения санитарно-эпидемиологических исследований по выявлению и доказательству связи нарушений здоровья населения с качеством атмосферного воздуха в зонах влияния хозяйствующих субъектов // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 334. № 1. С. 4–15. doi: 10.35627/2219-5238/2021-334-1-4-15
12. Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М. и др. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний // Анализ риска здоровью. 2019. № 4. С. 30–36. doi:10.21668/health.risk/2019.4.03
13. Легошина С.Б., Зорина И.Г., Ефремов В.М. Аналитическая оценка аэрогенного воздействия химических веществ на состояние здоровья населения // Непрерывное медицинское образование и наука. 2022. № 2. С. 15–20. Доступно по: <https://cmcdas.elpub.ru/jour/article/view/36>. Ссылка активна на 28 февраля 2024
14. Зорина И.Г., Легошина С.Б., Соколов В.Д. Влияние приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на структуру заболеваемости населения городов-участников федерального проекта «Чистый воздух» // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 8 (134). doi: 10.23670/IRJ.2023.134.25

15. World Health Organization. Preventing noncommunicable diseases (NCDs) by reducing environmental risk factors. Geneva: World Health Organization (WHO/FWC/EPE/17.1); 2017. Accessed February 28, 2024. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/258796/WHO-FWC-EPE-17.01-eng.pdf?sequence=1>
16. Altman MC, Kattan M, O'Connor GT, et al. Associations between outdoor air pollutants and non-viral asthma exacerbations and airway inflammatory responses in children and adolescents living in urban areas in the USA: A retrospective secondary analysis. *Lancet Planet Health*. 2023;7(1):e33–e44. doi: 10.1016/S2542-5196(22)00302-3
17. Irvine M, Ferrara A, Ottaviani F, D'Angiulli A. Retrospective assessment of the association between urban air pollution and children's respiratory functions in Rome: Insights for developmental environmental health. *Global Transitions*. 2023;5:98–106. doi: 10.1016/j.glt.2023.06.005
18. Luyten LJ, Saenen ND, Janssen BG, et al. Air pollution and the fetal origin of disease: A systematic review of the molecular signatures of air pollution exposure in human placenta. *Environ Res*. 2018;166:310–323. doi: 10.1016/j.envres.2018.03.025
19. Ferrari L, Carugno M, Bollati V. Particulate matter exposure shapes DNA methylation through the lifespan. *Clin Epigenetics*. 2019;11(1):129. doi: 10.1186/s13148-019-0726-x
20. Morris RH, Counsell SJ, McGonnell IM, Thornton C. Early life exposure to air pollution impacts neuronal and glial cell function leading to impaired neurodevelopment. *BioEssays*. 2021;43(9):e2000288. doi: 10.1002/bies.202000288
21. Whitehouse AL, Mushtaq N, Miyashita L, et al. Airway dendritic cell maturation in children exposed to air pollution. *PLoS ONE*. 2020;15(5):e0232040. doi: 10.1371/journal.pone.0232040
22. World Health Organization. Chemical pollution of indoor air and its risk for children's health: educational course: supplementary publication to the screening tool for assessment of health risks from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021. Accessed February 28, 2024. <https://iris.who.int/handle/10665/341984>
23. Башкина О.А., Богданьянц М.В., Джумагазиев А.А. и др. Роль экологических факторов в формировании индивидуального и популяционного здоровья детей в Астраханской области // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2022. Т. 19. № 2. С. 118–124. doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-2-118-124
24. Богданьянц М.В., Ерачина С.А., Сангина Е.Г. Взаимосвязь ряда экологических факторов и заболеваемости детей в Астраханской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 8 (134). doi: 10.23670/IRJ.2023.134.127
25. Ляпкало А.А., Дементьев А.А., Цурган А.М. Влияние качества атмосферного воздуха на заболеваемость детского населения города // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 496. doi: 10.17513/spno.2014.3
26. 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. С. 4–13. doi: 10.21668/health.risk/2019.4.01
27. Романкова Ю.Н., Аджигеримова Г.С., Ярославцев А.С. Основные тенденции первичной заболеваемости детей в Астраханской области // Фундаментальные исследования. 2011. № 11 (1). С. 122–125. Доступно по: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=28958>. Ссылка активна на 28 февраля 2024.
28. Сенотрусова С.В. О новых возможностях прогноза заболеваемости населения промышленных городов // Экология человека. 2005. № 9. С. 15–18. Доступно по: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-novyh-vozmozhnostyah-prognoza-zabolevayemosti-naseleniya-promyshlennyh-gorodov>. Ссылка активна на 28 февраля 2024.
29. Коломин В.В., Латышевская Н.И., Кудряшова И.А., Елисеев Ю.Ю. Организация мониторинга воздушного бассейна на основе результатов оценки состояния здоровья населения // Саратовский научно-медицинский журнал. 2020. Т. 16. № 1. С. 77–82. Доступно по: https://ssmj.ru/system/files/archive/2020/2020_01_077-082.pdf. Ссылка активна на 28 февраля 2024.
30. Зайцева Н. В., Онищенко Г.Г., Май И.В., Шур П.З. Развитие методологии анализа риска здоровью в задачах государственного управления санитарно-эпидемиологическим благополучием населения // Анализ риска здоровью. 2022. № 3. С. 4–20. doi: 10.21668/health.risk/2022.3.01
31. Лебедева М.А. Направления эколого-экономического развития России // Вопросы территориального развития. 2020. Т. 8. № 5. С. 1–12. doi: 10.15838/tdi.2020.5.55.6

REFERENCES

1. Brumberg HL, Karr CJ; Council on Environmental Health. Ambient air pollution: Health hazards to children. *Pediatrics*. 2021;147(6):e2021051484. doi: 10.1542/peds.2021-051484
2. Clark H, Coll-Seck AM, Banerjee A, et al. A future for the world's children? A WHO–UNICEF–Lancet Commission. *Lancet*. 2020;395(10224):605–658. doi: 10.1016/S0140-6736(19)32540-1
3. DeFlorio-Barker S, Zelasky S, Park K, Lobdell DT, Stone SL, Rappazzo KM. Are the adverse health effects of air pollution modified among active children and adolescents? A review of the literature. *Prev Med*. 2022;164:107306. doi: 10.1016/j.ypmed.2022.107306
4. Kolesnikova SM, Topalov KP. The incidence of disease of children of the Khabarovsk Krai in 2017–2022: Condition and trends. *Zdravookhranenie Dal'nego Vostoka*. 2023;(3(97)):4–12. (In Russ.) doi: 10.33454/1728-1261-2023-3-4-12
5. Burtseva TE, Evseeva SA, Savvina MS, Yakovleva SY, Chasnyk VG. Evolution of the structure of children's morbidity rate in the Republic of Sakha (Yakutia). *Int J Biomed*. 2018;8(1):47–50. doi: 10.21103/Article8(1)_OA7
6. Aladyshkina AS, Lakshina VV, Leonova LA, Maksimov AG. Ecological and economic modeling of environmental influence on disease incidence in children exemplified by Nizhny Novgorod region. *Sotsial'nye Aspekty Zdorov'ya Naseleniya*. 2018;(2(60)):8. (In Russ.) doi: 10.21045/2071-5021-2018-60-2-8
7. Vasilieva TP, Larionov AV, Russkikh SV, Zudin AB, Vasunina AE, Vasiliev MD. Calculation of the public health index in the regions of the Russian Federation. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(12):7–16. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-12-7-16
8. Vasilieva TP, Larionov AV, Russkikh SV, et al. Methodological approach to organizing public health monitoring in the Russian Federation. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(7):7–17. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-7-7-17
9. May IV, Zaitseva NV. Population health risk and harm indicators in the system of new mechanisms for air quality monitoring and management. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(10):7–15 (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-10-7-15

10. Gurvich VB, Kozlovskikh DN, Vlasov IA, *et al.* Methodological approaches to optimizing ambient air quality monitoring programs within the framework of the Federal Clean Air Project (on the example of Nizhny Tagil). *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(9(330)):38–47. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-330-9-38-47
11. Zaitseva NV, Zhdanova-Zaplesvichko IG, Zemlyanova MA, Perezhogin AN, Savinykh DF. Experience in organizing and conducting epidemiological studies to detect and prove the causal relationship between ambient air quality and health disorders in the population of industrially contaminated sites. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;(1(334)):4–15. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-334-1-4-15
12. Rakitskii VN, Avaliani SL, Novikov SM, Shashina TA, Dodina NS, Kisilitsin VA. Health risk analysis related to exposure to ambient air contamination as a component in the strategy aimed at reducing global non-infectious epidemics. *Health Risk Analysis*. 2019;(4):30–35. doi: 10.21668/health.risk/2019.4.03.eng
13. Legoshina SB, Zorina IG, Efremov VM. Analytical assessment of the aerogenic effects of chemicals on the health of the population. *Nepriyemnoye Meditsinskoe Obrazovanie i Nauka*. 2022;17(2):15–20. (In Russ.) Accessed February 28, 2024. <https://cmecas.elpub.ru/jour/article/view/36>
14. Zorina IG, Legoshina SB, Sokolov VD. Influence of priority pollutants in the atmospheric air on the structure of morbidity of the population of the cities participating in the federal project “Clean Air”. *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal*. 2023;(8(134)). (In Russ.) doi: 10.23670/IRJ.2023.134.25
15. *Preventing Noncommunicable Diseases (NCDs) by Reducing Environmental Risk Factors*. Geneva: World Health Organization; 2017 (WHO/FWC/EPE/17.1). Accessed February 28, 2024. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/258796/WHO-FWC-EPE-17.01-eng.pdf?sequence=1>
16. Altman MC, Kattan M, O'Connor GT, *et al.* Associations between outdoor air pollutants and non-viral asthma exacerbations and airway inflammatory responses in children and adolescents living in urban areas in the USA: A retrospective secondary analysis. *Lancet Planet Health*. 2023;7(1):e33–e44. doi: 10.1016/S2542-5196(22)00302-3
17. Irvine M, Ferrara A, Ottaviani F, D'Angiulli A. Retrospective assessment of the association between urban air pollution and children's respiratory functions in Rome: Insights for developmental environmental health. *Global Transitions*. 2023;5:98–106. doi: 10.1016/j.glt.2023.06.005
18. Luyten LJ, Saenen ND, Janssen BG, *et al.* Air pollution and the fetal origin of disease: A systematic review of the molecular signatures of air pollution exposure in human placenta. *Environ Res*. 2018;166:310–323. doi: 10.1016/j.envres.2018.03.025
19. Ferrari L, Carugno M, Bollati V. Particulate matter exposure shapes DNA methylation through the lifespan. *Clin Epigenetics*. 2019;11(1):129. doi: 10.1186/s13148-019-0726-x
20. Morris RH, Counsell SJ, McGonnell IM, Thornton C. Early life exposure to air pollution impacts neuronal and glial cell function leading to impaired neurodevelopment. *BioEssays*. 2021;43(9):e2000288. doi: 10.1002/bies.202000288
21. Whitehouse AL, Mushtaq N, Miyashita L, *et al.* Airway dendritic cell maturation in children exposed to air pollution. *PLoS ONE*. 2020;15(5):e0232040. doi: 10.1371/journal.pone.0232040
22. *Chemical Pollution of Indoor Air and Its Risk for Children's Health: Educational Course: Supplementary Publication to the Screening Tool for Assessment of Health Risks from Combined Exposure to Multiple Chemicals in Indoor Air in Public Settings for Children*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021. Accessed February 28, 2024. <https://iris.who.int/handle/10665/341984>
23. Bashkina OA, Bogdanyants MV, Dzhumagaziev AA, *et al.* The role of ecological factors in the formation of individual and population health of children in the Astrakhan region. *Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta*. 2022;19(2):118–124. (In Russ.) doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-2-118-124
24. Bogdanyants MV, Yerachina SA, Sangina EG. The relationship between a number of environmental factors and child morbidity in Astrakhan Oblast. *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal*. 2023;(8(134)):67. (In Russ.) doi: 10.23670/IRJ.2023.134.127
25. Lyapkalo AA, Dementyev AA, Zurgan AM. Influence of air quality on children morbidity in the city. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2014;(3):496. (In Russ.) Accessed February 28, 2024. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13409>. doi: 10.17513/spno.2014.3
26. Popova AY, Zaitseva NV, May IV. Population health as a target function and criterion for assessing efficiency of activities performed within “Pure air” federal project. *Health Risk Analysis*. 2019;(4):4–13. doi: 10.21668/health.risk/2019.4.01.eng
27. Romankova JN, Adzhigerimova GS, Yaroslavl'tsev AS. The basic tendencies of initial disease of children in the Astrakhan area. *Fundamental'nye Issledovaniya*. 2011;(11(Pt 1)):122–125. (In Russ.) Accessed February 28, 2024. <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=28958>
28. Senotrusova SV. About new opportunities of morbidity prognosis for population of industrial towns. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2005;(9):15–18. (In Russ.) Accessed February 28, 2024. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-novyh-vozmozhnostyah-prognoza-zabolevaemosti-naseleniya-promyshlennyh-gorodov>
29. Kolomin VV, Latyshevskaya NI, Kudryasheva IA, Eliseev YuYu. Organization of air basin monitoring according to the results of assessment of public health. *Saratovskiy Nauchno-Meditsinskiy Zhurnal*. 2020;16(1):77–82. (In Russ.) Accessed February 28, 2024. https://ssmj.ru/system/files/archive/2020/2020_01_077-082.pdf
30. Zaitseva NV, Onishchenko GG, May IV, Shur PZ. Developing the methodology for health risk assessment within public management of sanitary-epidemiological welfare of the population. *Health Risk Analysis*. 2022;(3):4–20. doi: 10.21668/health.risk/2022.3.01.eng
31. Lebedeva MA. Directions of Russia's environmental and economic development. *Voprosy Territorial'no-g Razvitiya*. 2020;8(5):6. (In Russ.) doi: 10.15838/tdi.2020.5.55.6

Сведения об авторах:

Башкина Ольга Александровна – ректор, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой факультетской педиатрии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: post@astgmu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4168-4851>.

✉ **Богданьянц** Мая Владимировна – доцент, к.м.н., доцент кафедры пропедевтики детских болезней поликлинической и неотложной педиатрии, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: bogdanmv1960@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4130-4006>.

Ерачина Светлана Анатольевна – начальник отдела статистики, анализа и прогнозирования, врач-методист ГБУЗ АО «Медицинский информационно-аналитический центр»; e-mail: miacao@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5497-9234>.

Сангина Елена Григорьевна – к.х.н., внештатный эксперт ООО «Научно-исследовательский центр “Фортес”»; e-mail: san-len@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9155-2596>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Башкина О.А., Богданьянц М.В.*; сбор данных, анализ и интерпретация результатов: *Богданьянц М.В., Ерачина С.А., Сангина Е.Г.*; литературный обзор: *Богданьянц М.В., Сангина Е.Г.*; подготовка рукописи: *Башкина О.А., Богданьянц М.В., Сангина Е.Г.*, окончательное утверждение публикуемой научной статьи: *Башкина О.А.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует предоставления заключения комитета по био-медицинской этике и иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 20.11.23 / Принята к публикации: 09.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

Olga A. **Bashkina**, Dr. Sci. (Med.), Professor; Rector, Head of the Department of Faculty Pediatrics, Astrakhan State Medical University; e-mail: post@astgmu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4168-4851>.

✉ Maya V. **Bogdanyants**, Cand. Sci. (Med.), docent; Associate Professor, Department of Propaedeutics of Pediatric Diseases of Polyclinic and Emergency Pediatrics, Astrakhan State Medical University; e-mail: bogdanmv1960@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4130-4006>.

Svetlana A. **Erachina**, methodologist, Head of the Department of Statistics, Analysis and Forecasting, Medical Information and Analytical Center; e-mail: miacao@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5497-9234>.

Elena G. **Sangina**, Cand. Sci. (Chem.), Freelance Expert, Fortes Research Center LLC, e-mail: san-len@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9155-2596>.

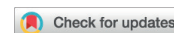
Author contributions: study conception and design: *Bashkina O.A., Bogdanyants M.V.*; data collection, analysis and interpretation of results: *Bogdanyants M.V., Erachina S.A., Sangina E.G.*; bibliography compilation and referencing: *Bogdanyants M.V., Sangina E.G.*; draft manuscript preparation: *Bashkina O.A., Bogdanyants M.V., Sangina E.G.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

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

Received: November 20, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: February 29, 2024



Особенности показателей спирографического исследования у невакцинированных школьников с наличием специфического иммунитета к SARS-CoV-2

И.Е. Штина^{1,2}, А.Н. Болтачева¹, С.Л. Валина¹, О.Ю. Устинова¹

¹ ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ул. Монастырская, д. 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация

² ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, ул. Петровпавловская, д. 26, г. Пермь, 614990, Российская Федерация

Резюме

Введение. Влияние новой коронавирусной инфекции на здоровье человека и отсроченных постинфекционных последствий, в том числе у детского населения, остается актуальным вопросом. Изучаемое заболевание у детей протекает легче, чем у взрослых, но уровень заболеваемости не имеет тенденции к снижению с 2020 года. Респираторные симптомы в виде кашля и одышки сохраняются у детей длительное время независимо от тяжести заболевания.

Цель исследования: установить особенности показателей спирографического исследования у невакцинированных школьников с наличием специфического иммунитета к SARS-CoV-2.

Материалы и методы. В настоящее исследование было включено 169 школьников в возрасте 7–14 лет. Группу наблюдения составили 90 детей с наличием в сыворотке крови специфических иммуноглобулинов класса G к SARS-CoV-2, группу сравнения – 79 детей аналогичного возраста с отсутствием в сыворотке специфических иммуноглобулинов к SARS-CoV-2. Всем детям выполнено исследование функции внешнего дыхания по стандартной методике. Проведен сравнительный анализ результатов спирографии с применением классических методов описательной статистики.

Результаты. Оценка результатов спирометрического исследования показала, что медианы показателей форсированной жизненной емкости легких и объема форсированного выдоха за первую секунду в обеих группах были в пределах нормы. В группе наблюдения установлены статистически значимо более низкие значения медианы модифицированного индекса Тиффно (%) и медианы пиковой скорости форсированного выдоха (%) ($p = 0,001$), а также в 2,8 раза чаще зарегистрированы сниженные значения пиковой скорости форсированного выдоха ($p = 0,021$).

Заключение. Выявленные изменения показателей спирографии у невакцинированных против COVID-19 школьников с наличием иммуноглобулинов класса G к SARS-CoV-2 могут свидетельствовать о формировании легких постковидных obstructивных нарушений функции внешнего дыхания.

Ключевые слова: дети, спирография, легочная функция, антитела IgG к SARS-CoV-2, COVID-19.

Для цитирования: Штина И.Е., Болтачева А.Н., Валина С.Л., Устинова О.Ю. Особенности показателей спирографического исследования у невакцинированных школьников с наличием специфического иммунитета к SARS-CoV-2 // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 52–57. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-52-57

Characteristics of Spirography Indicators in Unvaccinated Schoolchildren with Specific Immunity to SARS-CoV-2

Irina E. Shtina,^{1,2} Anna N. Boltacheva,¹ Svetlana L. Valina,¹ Olga Yu. Ustinova¹

¹ Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Street, 614045, Perm, Russian Federation

² Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Street, 614990, Perm, Russian Federation

Summary

Introduction: The impact of the novel coronavirus disease on human health and its long-term outcomes, including that in the child population, remains a pressing issue. The course of the disease in children is milder than in adults, but the incidence rate has not shown a downward trend since 2020. Respiratory symptoms such as cough and shortness of breath persist in children for a long time, regardless of the disease severity.

Objective: To establish characteristics of spirometry indicators in unvaccinated schoolchildren with specific immunity to SARS-CoV-2.

Materials and methods: The present study included 169 schoolchildren aged 7–14 years. The observation group consisted of 90 children with specific Class G immunoglobulins to SARS-CoV-2 in their blood serum and the reference group consisted of 79 children matched by age having no IgG antibodies to the virus. All subjects underwent a pulmonary function test and the spirometry results were then compared using classical methods of descriptive statistics.

Results: The median indicators of forced vital capacity and forced expiratory volume in the first second measured by spirometry were within the normal range in both groups. In the observation group, statistically lower values of the median of the modified Tiffeneau-Pinelli index (%) and that of the peak expiratory flow rate (%) ($p = 0.001$) were established, with the latter being 2.8 times more frequent ($p = 0.021$).

Conclusion: The revealed changes in spirometry parameters in the schoolchildren who were not vaccinated against COVID-19 but had IgG antibodies to SARS-CoV-2 may indicate mild post-COVID obstructive respiratory dysfunction.

Keywords: children, spirometry, lung function, IgG antibodies to SARS-CoV-2, COVID-19.

Cite as: Shtina IE, Boltacheva AN, Valina SL, Ustinova OYu. Characteristics of spirometry indicators in unvaccinated schoolchildren with specific immunity to SARS-CoV-2. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):52–57. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-52-57

Введение. В настоящее время сохраняет актуальность вопрос изучения влияния новой коронавирусной инфекции (COVID-19) на здоровье человека и наличия отсроченных неоднозначных постинфекционных последствий, в том числе у детского населения. По данным федеральной статистической отчетности Минздрава России и расчетов Росстата первичная заболеваемость COVID-19 у детей в возрасте 0–14 лет характеризуется стабильным ростом (1209,7 на 100 тысяч детей – в 2020 году и 6241,9 на 100 тысяч детей – в 2022 году)¹. Новый коронавирус SARS-CoV-2 принадлежит к респираторным вирусам, преимущественно поражающим легкие, основными симптомами вызванного им заболевания являются лихорадка, сухой кашель и острая пневмония [1–4]. По результатам ранее проведенных исследований COVID-19 у детей характеризуется более легким течением, чем у взрослых, с менее выраженной клинической симптоматикой, реже требует госпитализации [5, 6]. Несмотря на это, неопределенность исходов и последствий болезни диктуют необходимость длительного динамического наблюдения за детьми [3]. Было доказано, что дети могут сообщать о респираторных симптомах через месяц после COVID-19 независимо от тяжести инфекции и состояния внешнего дыхания [7, 8]. Анализ научной литературы показал, что в настоящее время недостаточно данных о легочных осложнениях у детей, выздоровевших от нетяжелых форм инфекции SARS-CoV-2. Авторы работ, изучающих функциональное состояние органов дыхания после перенесенной новой коронавирусной инфекции, призывают к проведению дальнейших исследований с целью изучения отдаленных последствий и выявления факторов, влияющих на формирование нарушений функции внешнего дыхания [9, 10].

Цель исследования – установить особенности показателей спирографического исследования у невакцинированных школьников с наличием специфического иммунитета к SARS-CoV-2.

Материалы и методы. Выполнено одноцентровое одномоментное сравнительное ретроспективное исследование.

Период исследования: 01.03.2021–01.05.2022. Согласно официальным источникам для данного временного периода была характерна циркуляция геновариантов коронавируса B.1.617.1/B.1.617.2 (дельта/каппа, индийский) и B.1.1.529 (омикрон)^{2,3}.

Критерии включения в проводимое исследование: наличие информированного добровольного согласия на медицинское вмешательство и участие в исследовании от законных представителей обследованных детей. Критерии включения в группу наблюдения: учащиеся средних общеобразовательных школ с наличием иммуноглобулинов класса G к SARS-CoV-2 в возрасте 7–14 лет без признаков респираторного заболевания на момент обследования (кашель, одышка). Критерии включения в группу сравнения: учащиеся общеобразовательных школ без признаков респираторного заболевания с отсутствием иммуноглобулинов класса G к SARS-CoV-2 в сыворотке крови. Критериями исключения из исследования считали наличие признаков острого инфекционного заболевания; жалоб, указывающих на обострение хронического соматического заболевания; морбидного ожирения; установленных ранее хронических болезней органов дыхания; некорректное выполнение маневра спирометрии; применение лекарственных средств, способных повлиять на результаты спирометрии; отсутствие согласия на медицинское вмешательство и участие в исследовании. Всего обследовано 169 детей в возрасте 7–14 лет, группу наблюдения составили 90 детей с наличием специфических иммуноглобулинов класса G (IgG) к SARS-CoV-2 в сыворотке крови, группу сравнения – 79 детей, серонегативных к вирусу SARS-CoV-2. Доли детей с однократным эпизодом ОРВИ, характеризующимся легким течением (острый назофарингит (J00), острый фарингит (J02), острый фарингит неуточненный (J02.9)), в обеих группах в течение 6 месяцев до проведения исследования были сопоставимы по количеству (36,7 и 29,1 % соответственно, $p = 0,242$). Анализируемые группы были сопоставимы по половому составу, возрастному признаку и антропометрическим данным ($p = 0,343–0,626$) (табл. 1).

Размер выборки предварительно не рассчитывали. Выборка настоящего исследования по точности соответствует формату ориентировочного знакомства [11]. Данное количество наблюдений было достаточным для достижения целевого значения статистической мощности.

Наличие антител класса IgG к белкам коронавируса SARS-CoV-2 было определено твердофазным иммуноферментным методом набором реагентов для иммуноферментного анализа «SARS-CoV-2-IgG-

Таблица 1. Характеристика групп исследования, %
Table 1. Characteristics of the subjects by groups, %

Показатель / Parameter	Группа наблюдения / Observation group ($n = 90$)	Группа сравнения / Reference group ($n = 79$)	p
Возраст, лет (Me (25;75)) / Age, years (Me (25; 75))	11 (9; 13)	10 (10; 13)	0,343
Мальчики, n (%) / Boys, n (%)	48,9 (44)	54,4 (43)	0,573
Девочки, n (%) / Girls, n (%)	51,1 (46)	45,6 (36)	0,573
Рост, см (Me (25;75)) / Height, cm (Me (25; 75))	152 (142; 161)	152 (143; 162)	0,626

¹ Федеральная служба государственной статистики. Здравоохранение. Заболеваемость детей в возрасте 0–14 лет по основным классам болезней в 2000–2022 гг. <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (дата доступа: 22.10.2023 г.).

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023.

³ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2021 году: Государственный доклад. Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2022.

Вектор» («SARS-CoV-2-IgG-Вектор», ФБУН «ГНЦ ВБ «Вектор») Роспотребнадзора).

Исследование вентиляционной функции внешнего дыхания (ФВД) было осуществлено на спирометре Schiller PS spirometry с применением датчика SP-1 (Schiller AG, Швейцария). Оценка результатов выполнена на основании соотношения относительных значений форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ, FVC), объема форсированного выдоха за 1 сек (ОФВ1, FEV1), модифицированного индекса Тиффно (FEV1/FVC, %), пиковой объемной скорости форсированного выдоха (ПОС, PEF, %) с физиологическими нормативами с последующей интерпретацией согласно методическому руководству⁴. Всем детям по стандартной методике предварительно проведено антропометрическое исследование с измерением роста (см) и массы тела (кг).

Настоящее исследование реализовано в рамках НИР «Научное обоснование способов диагностики и профилактики у детей заболеваний, связанных с особенностями комплексного воздействия современного образовательного процесса, факторов окружающей среды, питания и образа жизни» ФБУН «ГНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Исследование проведено в соответствии с Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICHЕ6 GСР)⁵ и одобрено Локальным этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (выписка из протокола № 4 от 01.12.2020).

Статистический и математический анализ осуществлен с применением приложения Jampov 1.6.23.0. Возраст и относительные значения ФЖЕЛ, ОФВ1, модифицированного индекса Тиффно, ПОС представлены в виде медиан и границ интерквартильного размаха (Me (25; 75)), методом четырех-

полных таблиц сопряженности выполнено сравнение полового состава групп и частоты выявленных нарушений. Выполнен корреляционный анализ для определения связи между уровнем специфических антител к SARS-CoV-2 и параметрами спирометрического исследования (коэффициент Спирмена). Статистически значимыми считали межгрупповые различия при заданном уровне p -value $\leq 0,05$.

Результаты. Сравнительный анализ функции внешнего дыхания по результатам спирометрии не выявил межгрупповых различий медиан относительных значений ФЖЕЛ и ОФВ1 ($p = 0,122$ – $0,184$) (табл. 2).

При этом в группе наблюдения относительно группы сравнения установлены статистически значимо более низкие значения медиан модифицированного индекса Тиффно (ОФВ1/ФЖЕЛ, %) и пиковой скорости форсированного выдоха (ПОС, %) (98,5 (91,0; 104,0) против 103 (98,8; 109,0) % и 75,5 (68,0; 81,8) против 89,0 (80,0; 96,0) % соответственно; $p = 0,001$) (табл. 2).

Нарушения вентиляционной функции внешнего дыхания по значению ФЖЕЛ, ОФВ1 и модифицированного индекса Тиффно регистрировали в единичных случаях у 2,2–9,9 % детей 7–14 лет в обеих обследуемых группах ($p = 0,183$ – $0,506$) (табл. 2).

Сопоставление частот выявленных отклонений показало в 2,8 раза чаще регистрируемые сниженные значения ПОС (17,8 против 6,3 %, $p = 0,021$) (табл. 2), что может указывать на легкие obstructive нарушения.

По результатам корреляционного анализа статистически значимых связей между уровнем специфических антител к SARS-CoV-2 и параметрами спирометрического исследования не установлено ($p = 0,152$ – $0,624$).

Обсуждение. Несмотря на более легкое течение новой коронавирусной инфекции у детей, актуальным остается вопрос влияния SARS-CoV-2 на детский

Таблица 2. Результаты спирометрии у детей группы наблюдения и группы сравнения

Table 2. Spirometry results in children of the observation and reference groups

Параметр / Parameter	Группа наблюдения / Observation group (n = 90)	Группа сравнения / Reference group (n = 79)	p
Медиана и граница интерквартильного размаха, Me (25; 75) / Median and interquartile range, Me (25; 75)			
ФЖЕЛ, % / FVC, %	91,0 (85; 99,8)	89,0 (80,0; 97,0)	0,122
ОФВ1, % / FEV1, %	90,0 (85,0; 97,0)	94,0 (86,5; 100)	0,184
Модифицированный индекс Тиффно, (FEV1/FVC), % / Modified Tiffeneau index, (FEV1/FVC), %	98,5 (91,0; 104,0)	103 (98,8; 109,0)	0,001
ПОС, % / PEF, %	75,5 (68,0; 81,8)	89,0 (80,0; 96,0)	0,001
Частота отклонений от нормы, n (%) / Number of abnormal results, n (%)			
ФЖЕЛ, % / FVC, %	2 (2,5)	6 (6,7)	0,369
ОФВ1, % / FEV1, %	4 (5,1)	8 (9,9)	0,506
Модифицированный индекс Тиффно, (FEV1/FVC), % / Modified Tiffeneau index, (FEV1/FVC), %	0 (0)	2 (2,2)	0,183
ПОС, % / PEF, %	16 (17,8)	5 (6,3)	0,021

Аббревиатура: ФВД – функции внешнего дыхания; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ПОС – пиковая объемная скорость форсированного выдоха.

Abbreviations: FVC, forced vital capacity; FEV1, forced expiratory volume in the first second; PEF, peak expiratory flow.

⁴ Спирометрия. Методическое руководство, 2021.

⁵ ГОСТ Р ИСО 14155–2014 Национальный стандарт Российской Федерации. Клинические исследования. Надлежащая клиническая практика, 2015.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-2-52-57>
Original Research Article

организм с целью прогнозирования осложнений, формирование которых не всегда коррелирует с тяжестью заболевания [9, 12–15].

Полученные результаты настоящего исследования совпадают с исследованиями, проведенными ранее, не выявившими признаков респираторных синдромов после бессимптомной или легкой инфекции SARS-CoV-2 [8, 11, 16]. Отсутствие статистически значимых различий по значению ФЖЕЛ и ОФВ1 у невакцинированных детей с IgG к SARS-CoV-2 указывает на отсутствие значительного нарушения функции внешнего дыхания по результатам спирометрии, что, вероятно, обусловлено более легким у них течением новой коронавирусной инфекцией как за счет «тренированности» иммунной системы детского организма другими респираторными вирусами, так и за счет ее незрелости, и, как следствие, отсутствие выраженных иммунных реакций [8, 17].

Отсутствие статистически значимых связей между уровнем специфических антител к SARS-CoV-2 и параметрами спирометрического исследования указывает на то, что уровень антител не может быть индикатором тяжести вентиляционных нарушений функции внешнего дыхания после перенесенной новой коронавирусной инфекции у детей, что в целом не противоречит ранее опубликованным исследованиям. Следует отметить, что работы, направленные на изучение связи уровня антител с тяжестью заболевания, преимущественно выполнены на популяции взрослого населения [18, 19].

Полученные более низкие значения ПОС и индекса Тиффно при нормальных значениях ОФВ1 не исключают легких обструктивных нарушений функции внешнего дыхания. Согласно методическому руководству, сниженные значения ПОС свидетельствуют о большей жесткости стенок измененных участков дыхательных путей, препятствующей их быстрому экспираторному сужению, что может объяснять наличие одышки при постковидном респираторном синдроме у детей не только за счет дисфункционального дыхания, обусловленного слабостью дыхательной мускулатуры и гипервентиляцией [8, 20–22]. Полученные результаты указывают на необходимость проведения реабилитационных мероприятий у детей, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19 [10, 23].

Ограничения настоящего исследования – малый объем выборки, отсутствие подтверждения в анамнезе SARS-CoV-2 методом ПЦР, а также отсутствие бронходилатационного теста обследуемым школьникам.

Заключение. Таким образом, у детей с наличием специфических иммуноглобулинов класса G к SARS-CoV-2 статистически значимо более низкие значения медиан модифицированного индекса Тиффно и пиковой скорости форсированного выдоха и большая частота выявления снижения ПОС, что свидетельствует о склонности к обструктивным нарушениям вентиляционной функции внешнего дыхания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щелканов М.Ю., Колобухина Л.В., Бургасова О.А., Кружкова И.С., Малеев В.В. COVID-19: этиология,

клиника, лечение // Инфекция и иммунитет. 2020. Т. 10. № 3. С. 421–445. doi: 10.15789/2220-7619-CEC-1473

2. Singal CMS, Jaiswal P, Seth P. SARS-CoV-2, more than a respiratory virus: Its potential role in neuropathogenesis. *ACS Chem Neurosci*. 2020;11(13):1887–1899. doi: 10.1021/acscchemneuro.0c00251
3. Мелехина Е.В., Горелов А.В., Музыка А.Д. Клинические особенности течения COVID-19 у детей различных возрастных групп // Обзор литературы к началу апреля 2020 года. Вопросы практической педиатрии. 2020. Т. 15. № 2. С. 7–20. doi: 10.20953/1817-7646-2020-2-7-20
4. Баздырев Е.Д. Коронавирусная инфекция – актуальная проблема XXI века // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2020. Т. 9. № 2. С. 6–16. doi: 10.17802/2306-1278-2020-9-2-6-16
5. Yasuhara J, Kuno T, Takagi H, Sumitomo N. Clinical characteristics of COVID-19 in children: A systematic review. *Pediatr Pulmonol*. 2020;55(10):2565–2575. doi: 10.1002/ppul.24991
6. Mantovani A, Rinaldi E, Zusi C, Beatrice G, Saccomani MD, Dalbeni A. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in children and/or adolescents: A meta-analysis. *Pediatr Res*. 2021;89(4):733–737. doi: 10.1038/s41390-020-1015-2
7. Buonsenso D, Munblit D, De Rose C, et al. Preliminary evidence on long COVID in children. *Acta Paediatr*. 2021;110(7):2208–2211. doi: 10.1111/apa.15870
8. Knoke L, Schlegtendal A, Maier C, Eitner L, Lücke T, Brinkmann F. Pulmonary function and long-term respiratory symptoms in children and adolescents after COVID-19. *Front Pediatr*. 2022;10:851008. doi: 10.3389/fped.2022.851008
9. Di Chiara C, Carraro S, Zanconato S, et al. Preliminary evidence on pulmonary function after asymptomatic and mild COVID-19 in children. *Children (Basel)*. 2022;9(7):952. doi: 10.3390/children9070952
10. Евсеева Г.П., Телепнёва Р.С., Книжникова Е.В. и др. COVID-19 в педиатрической популяции // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2021. № 80. С. 100–114. doi: 10.36604/1998-5029-2021-80-100-114
11. Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Методы определения минимально необходимого объема выборки в медицинских исследованиях // Социальные аспекты здоровья населения. 2019. Т. 65. № 6. С. 10. doi: 10.21045/2071-5021-2019-65-6-10
12. Лобзин Ю.В., Черкашина И.В., Самойлова И.Г. Медицинская реабилитация детей, перенесших COVID-19 // Журнал инфектологии. 2020; 12(S3): 64–74. doi: 10.22625/2072-6732-2020-12-3-64-74
13. Waghmare A, Hijano DR. SARS-CoV-2 infection and COVID-19 in children. *Clin Chest Med*. 2023;44(2):359–371. doi: 10.1016/j.ccm.2022.11.014
14. Намазова-Баранова Л.С., Баранов А.А. COVID-19 и дети // Пульмонология. 2020. Т. 30. № 5. С. 609–628. doi: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-609-628
15. Садыкова Д.И., Халиуллина С.В., Анохин В.А. и др. Клинические проявления новой коронавирусной инфекции (COVID-19) у детей, госпитализированных в стационар // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2021. Т. 66. № 5. С. 88–96. doi: 10.21508/1027-4065-2021-66-5-88-96
16. Старшинова А.А., Кушнарева Е.А., Малкова А.М., Довгалюк И.Ф., Кудлай Д.А. Новая коронавирусная инфекция: особенности клинического течения, возможности диагностики, лечения и профилактики инфекции у взрослых и детей // Вопросы современной педиатрии. 2020. Т. 19. № 2. С. 123–131. doi: 10.15690/vsp.v19i2.2105
17. Никитина И.В., Донников А.Е., Круг-Йенсен О.А., Ленишкина А.А., Дегтярева Н.Д., Дегтярева А.В. Роль

ренин-ангиотензиновой системы, иммунологических и генетических факторов в реализации COVID-19 у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2020. Т. 65. № 4. С. 16-26. doi: 10.21508/1027-4065-2020-65-4-16-26

18. Крюков Е.В., Салухов В.В., Котив Б.Н., Овчинников Д.В., Андрейчук Ю.В., Денисов Д.Г., Богомолов А.Б., Харитонов М.А., Рудаков Ю.В., Садовников П.С., Чугунов А.А. Факторы, влияющие на содержание IgG-антител к S-белку SARS-CoV-2 в крови у реконвалесцентов после новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Медицинский совет. 2022. Т. 16. № 4. С. 51-65. doi: 10.21518/2079-701X-2022-16-4-51-65
19. Андреев И.В., Нечай К.О., Андреев А.И. и др. Поствакцинальный и постинфекционный гуморальный иммунный ответ на инфекцию SARS-CoV-2 // Иммунология. 2022. Т. 43. № 1. С. 18-32. doi: 10.33029/0206-4952-2022-43-1-18-32
20. Соколовская Т.А. Постковидный синдром у детей: аналитический обзор // Социальные аспекты здоровья населения. 2022. Т. 68. № 6. С. 2. doi: 10.21045/2071-5021-2022-68-6-2
21. Campos C, Prokopich S, Loewen H, Sanchez-Ramirez DC. Long-term effect of COVID-19 on lung imaging and function, cardiorespiratory symptoms, fatigue, exercise capacity, and functional capacity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(12):2492. doi: 10.3390/healthcare10122492
22. Ashkenazi-Hoffnung L, Shmueli E, Ehrlich S, et al. Long COVID in children: Observations from a designated pediatric clinic. *Pediatr Infect Dis J*. 2021;40(12):e509-e511. doi: 10.1097/INF.0000000000003285
23. Петрова М.С., Хан М.А. Медицинская реабилитация детей, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19 // Вестник восстановительной медицины. 2021. Т. 20. № 4. С. 4-12. doi: 10.38025/2078-1962-2021-20-4-4-12

REFERENCES

1. Shchelkanov MYu, Kolobukhina LV, Burgasova OA, Kruzhkova IS, Maleev VV. COVID-19: Etiology, clinical picture, treatment. *Infektsiya i Immunitet*. 2020;10(3):421-445. (In Russ.) doi: 10.15789/2220-7619-CEC-1473
2. Singal CMS, Jaiswal P, Seth P. SARS-CoV-2, more than a respiratory virus: Its potential role in neuropathogenesis. *ACS Chem Neurosci*. 2020;11(13):1887-1899. doi: 10.1021/acscchemneuro.0c00251
3. Melekhina EV, Gorelov AV, Muzyka AD. Clinical characteristics of COVID-19 in children of different ages. Literature review as of April 2020. *Voprosy Prakticheskoy Pediatrii*. 2020;15(2):7-20. (In Russ.) doi: 10.20953/1817-7646-2020-2-7-20
4. Bazdyrev ED. Coronavirus disease: A global problem of the 21st century. *Kompleksnye Problemy Serdechno-Sosudistykh Zabolevaniy*. 2020;9(2):6-16. (In Russ.) doi: 10.17802/2306-1278-2020-9-2-6-16
5. Yasuhara J, Kuno T, Takagi H, Sumitomo N. Clinical characteristics of COVID-19 in children: A systematic review. *Pediatr Pulmonol*. 2020;55(10):2565-2575. doi: 10.1002/ppul.24991
6. Mantovani A, Rinaldi E, Zusi C, Beatrice G, Saccomani MD, Dalbeni A. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in children and/or adolescents: A meta-analysis. *Pediatr Res*. 2021;89(4):733-737. doi: 10.1038/s41390-020-1015-2
7. Buonsenso D, Munblit D, De Rose C, et al. Preliminary evidence on long COVID in children. *Acta Paediatr*. 2021;110(7):2208-2211. doi: 10.1111/apa.15870
8. Knoke L, Schlegtendal A, Maier C, Eitner L, Lücke T, Brinkmann F. Pulmonary function and long-term respiratory symptoms in children and adolescents after COVID-19. *Front Pediatr*. 2022;10:851008. doi: 10.3389/fped.2022.851008
9. Di Chiara C, Carraro S, Zanconato S, et al. Preliminary evidence on pulmonary function after asymptomatic and mild COVID-19 in children. *Children (Basel)*. 2022;9(7):952. doi: 10.3390/children9070952
10. Evseeva GP, Telepneva RS, Knizhnikova EV, et al. COVID-19 in pediatric population. *Byulleten' Fiziologii i Patologii Dykhaniya*. 2021;(80):100-114. (In Russ.) doi: 10.36604/1998-5029-2021-80-100-114
11. Narkevich AN, Vinogradov KA. Methods for determining the minimum required sample size in medical research. *Sotsial'nye Aspekty Zdorov'ya Naseleniya*. 2019;65(6):10. (In Russ.) doi: 10.21045/2071-5021-2019-65-6-10
12. Lobzin YuV, Cherkashina IV, Samoilova IG. Medical rehabilitation of children undergoing COVID-19. *Zhurnal Infekologii*. 2020;12(3):64-74. (In Russ.) doi: 10.22625/2072-6732-2020-12-3-64-74
13. Waghmare A, Hijano DR. SARS-CoV-2 infection and COVID-19 in children. *Clin Chest Med*. 2023;44(2):359-371. doi: 10.1016/j.ccm.2022.11.014
14. Namazova-Baranova LS, Baranov AA. COVID-19 and children. *Pulmonologiya*. 2020;30(S5):609-628. doi: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-609-628
15. Sadykova DI, Khaliullina SV, Anokhin VA, et al. Clinical manifestations of new coronavirus infection (COVID-19) in children admitted to hospital. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii*. 2021;66(5):88-96. (In Russ.) doi: 10.21508/1027-4065-2021-66-5-88-96
16. Starshinova AA, Kushnareva EA, Malkova AM, Dovgalyuk IF, Kudlay DA. New coronaviral infection: Features of clinical course, capabilities of diagnostics, treatment and prevention in adults and children. *Voprosy Sovremennoy Pediatrii*. 2020;19(2):123-131. (In Russ.) doi: 10.15690/vsp.v19i2.2105
17. Nikitina IV, Donnikov AE, Krogh-Jensen OA, Lenyushkina AA, Degtyareva ND, Degtyareva AV. The role of the renin-angiotensin system, immunological and genetic factors in children with COVID-19. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii*. 2020;65(4):16-26. (In Russ.) doi: 10.21508/1027-4065-2020-65-4-16-26
18. Kryukov EV, Salukhov VV, Kotiv BN, et al. Factors affecting the content of Ig G-antibodies to S-protein SARS-CoV-2 in the blood of convalescents after new coronaviral infection (COVID-19). *Meditsinskiy Sovet*. 2022;16(4):51-65. (In Russ.) doi: 10.21518/2079-701X-2022-16-4-51-65
19. Andreev IV, Nechay KO, Andreev AI, et al. Post-vaccination and post-infection humoral immune response to the SARS-CoV-2 infection. *Immunologiya*. 2022;43(1):18-32. (In Russ.) doi: 10.33029/0206-4952-2022-43-1-18-32
20. Sokolovskaya TA. Post-COVID syndrome in children: An analytical review. *Sotsial'nye Aspekty Zdorov'ya Naseleniya*. 2022;68(6):2. (In Russ.) doi: 10.21045/2071-5021-2022-68-6-2
21. Campos C, Prokopich S, Loewen H, Sanchez-Ramirez DC. Long-term effect of COVID-19 on lung imaging and function, cardiorespiratory symptoms, fatigue, exercise capacity, and functional capacity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(12):2492. doi: 10.3390/healthcare10122492
22. Ashkenazi-Hoffnung L, Shmueli E, Ehrlich S, et al. Long COVID in children: Observations from a designated pediatric clinic. *Pediatr Infect Dis J*. 2021;40(12):e509-e511. doi: 10.1097/INF.0000000000003285
23. Petrova MS, Khan MA. Medical rehabilitation of children after a new coronavirus infection COVID-19. *Vestnik Vostanovitel'noy Meditsiny*. 2021;20(4):4-12. (In Russ.) doi: 10.38025/2078-1962-2021-20-4-4-12

Сведения об авторах:

✉ **Штина** Ирина Евгеньевна – к.м.н.; заведующая лабораторией комплексных проблем здоровья детей с клинической группой ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН»; преподаватель кафедры гигиены медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера»; e-mail: shtina_irina@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5017-8232>.

Болтачева Анна Николаевна – врач функциональной диагностики кабинета функциональной диагностики ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2197-8713>.

Валина Светлана Леонидовна – к.м.н., заведующая отделом гигиены детей и подростков ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН»; e-mail: doc.valina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1719-1598>.

Устинова Ольга Юрьевна – д.м.н., заместитель директора по лечебной работе ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН»; e-mail: ustinova@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9916-5491>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Штина И.Е., Болтачева А.Н.*; сбор данных: *Штина И.Е., Болтачева А.Н., Валина С.Л.*; анализ и интерпретация результатов: *Штина И.Е., Болтачева А.Н., Устинова О.Ю.*; литературный обзор: *Штина И.Е.*; подготовка рукописи: *Штина И.Е., Болтачева А.Н., Валина С.Л.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследования одобрены Локальным этическим комитетом при ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (выписка из протокола № 4 от 01.12.2020). От законных представителей участников было получено информированное согласие на медицинское вмешательство и участие в исследовании.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 11.01.24 / Принята к публикации: 10.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

✉ **Irina E. Shtina**, Cand. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Complex Health Problems of Children with a Clinical Group, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; Lecturer, Department of Hygiene, Faculty of Preventive Medicine, Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner; e-mail: shtina_irina@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5017-8232>.

Anna N. Boltacheva, functional diagnostics physician, Functional Diagnostics Office, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2197-8713>.

Svetlana L. Valina, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Pediatric Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: doc.valina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1719-1598>.

Olga Yu. Ustinova, Dr. Sci. (Med.), Deputy Director of Health Services, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: ustinova@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9916-5491>.

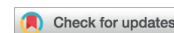
Author contributions: study conception and design: *Shtina I.E., Boltacheva A.N.*; data collection: *Shtina I.E., Boltacheva A.N., Valina S.L.*; analysis and interpretation of results: *Shtina I.E., Boltacheva A.N., Ustinova O.Yu.*; bibliography compilation and referencing: *Shtina I.E.*; draft manuscript preparation: *Shtina I.E., Boltacheva A.N., Valina S.L.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The studies were approved by the Ethics Committee of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (protocol No. 4 of December 1, 2020). Written informed consent was obtained from legal representatives of all study participants.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

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

Received: January 11, 2024 / Accepted: February 10, 2024 / Published: February 29, 2024



Факторы производственной среды и оценка риска развития профессиональных заболеваний у работников автомобилестроения

Э.Т. Валеева^{1,2}, Р.Р. Галимова^{1,2}, А.А. Дистанова¹, А.С. Шастин³, А.Ф. Саитова¹

¹ ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», ул. Степана Кувыкина, д. 94, г. Уфа, 450106, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Ленина, д. 3, г. Уфа, 450008, Российская Федерация

³ Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, ул. Попова, д. 30, г. Екатеринбург, 620014, Российская Федерация

Резюме

Введение. Для автомобилестроения характерно комплексное и комбинированное действие вредных факторов. Проблема раннего выявления, течения и разработки прогностических критериев современных форм профессиональной патологии остается актуальной.

Цель исследования: оценить основные факторы производственной среды автомобилестроения и риск развития профессиональных заболеваний у работников этой отрасли.

Материалы и методы. Проведены собственные гигиенические исследования, изучены материалы производственного контроля (348 единиц) и специальной оценки условий труда (97 единиц) на предприятии автомобилестроения Республики Башкортостан в 2020–2023 гг. Всего исследовано: шум – 554, локальная вибрация – 554, химические вещества – 448, тяжесть труда – 554. Для оценки профессионального риска использовали интегральный показатель частоты и тяжести профессиональных заболеваний – индекс профзаболеваний (*Ипз*) как обратную величину категорий риска (*Кр*) и тяжести (*Кт*), одночисловой показатель (*Ипз*), комбинирующие показатели *Кр* и *Кт*. Расчеты проводились с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты. В процессе труда работники подвергаются комплексному и сочетанному воздействию факторов физической природы: шум (класс 3.2), локальная вибрация (класс 3.1); химических – аэрозоли, обладающие фиброгенным эффектом; пыли, содержащие металлы; комплекс токсических веществ сварочного аэрозоля и лакокрасочных материалов (класс 3.1); физических перегрузок (класс 3.1). Общая оценка условий труда соответствовала вредному 3-му классу 1–2-й степени.

Установлен средний риск развития профессиональных заболеваний (*Ипз* – 0,16, суммарный *Ипз* – 0,32): от воздействия факторов физической природы – вибрационная патология (от воздействия локальной вибрации) и нейросенсорная тугоухость; химических веществ – хронические интоксикации с проявлениями патологии бронхолегочной системы (токсический бронхит, хроническая обструктивная болезнь легких). Заболевания профессиональной этиологии имели легкое течение с небольшими функциональными проявлениями 1-й степени и отсутствием прогрессирования патологического процесса.

Заключение. Комплексное и сочетанное воздействие производственных факторов автомобилестроения определяет риск средней градации развития профессиональных заболеваний у работников.

Ключевые слова: производственная среда, факторы, автомобилестроение, работники, профессиональные заболевания, риск.

Для цитирования: Валеева Э.Т., Галимова Р.Р., Дистанова А.А., Шастин А.С., Саитова А.Ф. Факторы производственной среды и оценка риска развития профессиональных заболеваний у работников автомобилестроения // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 58–65. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-58-65

Workplace Hazards and Occupational Risk Assessment for Automotive Industry Workers

Elvira T. Valeeva,^{1,2} Rasima R. Galimova,^{1,2} Albina A. Distanova,¹ Aleksandr S. Shastin,³ Anastasia F. Saitova¹

¹ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, 94 Kuvykin Street, Ufa, 450106, Russian Federation

² Bashkir State Medical University, 3 Lenin Street, Ufa, 450008, Russian Federation

³ Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, 30 Popov Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation

Summary

Introduction: The automotive industry is characterized by a complex and combined workers' exposure to occupational risk factors. The problem of early detection, course and development of prognostic criteria for modern forms of occupational pathology remains relevant.

Objective: To assess the main workplace hazards in the automotive industry and the risk of occupational diseases in its workers.

Materials and methods: We conducted our own occupational health studies, examined production control data (348 units) and results of special evaluation of working conditions (97 units) at an automobile manufacturing enterprise of the Republic of Bashkortostan in 2020–2023. In total, we took 554 measurements of noise, 554 – of hand-arm vibration, 448 – of chemicals, and 554 – of work heaviness. To assess occupational risk, we used an integral indicator of the frequency and severity of occupational diseases, the index of occupational diseases (*I_{od}*), as the inverse value of the categories of risk (*C_r*) and severity (*C_s*), a single-digit indicator (*I_{od}*), combining *C_r* and *C_s*. Calculations were done in Microsoft Excel.

Results: In the course of work, employees are exposed to a combination of physical factors, such as noise (Class 3.2) and hand-arm vibration (Class 3.1); chemical factors, including fibrogenic aerosols, metal dusts, toxicants from welding fumes, paints and varnishes (Class 3.1), and physical overload (Class 3.1). The overall working conditions correspond to Hazard Class 3, degrees 1–2. We assessed risks of developing the following occupational diseases (*I_{od}* = 0.16, total *I_{od}* = 0.32): vibration disease from exposure to hand-arm vibration and sensorineural hearing loss from noise exposure;

chronic poisoning with manifestations of disorders of the pulmonary system (toxic bronchitis and chronic obstructive pulmonary disease) related to chemical exposures. Occupational diseases had a mild course with minor functional grade 1 manifestations and no progression of the pathological process.

Conclusions: The complex and combined exposure to industrial safety hazards in the automotive industry determines the moderate risk of developing occupational diseases in its workers.

Keywords: workplace environment, factors, automotive industry, workers, occupational diseases, risk.

Cite as: Valeeva ET, Galimova RR, Distanova AA, Shastin AS, Saitova AF. Workplace hazards and occupational risk assessment for automotive industry workers. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):58–65. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-58-65

Введение. Автомобилестроение в России является важнейшей подотраслью машиностроения, при этом значительный объем продукции приходится на выпуск различных марок. На предприятиях по производству продукции машиностроения работают десятки тысяч сотрудников. Значительная часть работников ведущих профессий трудятся во вредных условиях труда (классы 3.1–3.2). Основными вредными производственными факторами на данных предприятиях являются физические, такие как интенсивный производственный шум и локальная вибрация. Многие рабочие места характеризуются наличием химических аэрозолей в воздухе рабочей зоны и значительными нагрузками от физического, функционального перенапряжения отдельных органов и систем [1–5]. Качественные и количественные характеристики, интенсивность и время воздействия шума и вибрации на производстве в течение всего трудового стажа нередко являются причиной различных нарушений, связанных со здоровьем работника, что свидетельствует о снижении адаптационно-приспособительных механизмов, компенсаторных и защитных процессов [6–8]. Показатели проведенной специальной оценки условий труда на производстве машиностроения свидетельствуют, что работающие на всех главных участках подвергаются неблагоприятному действию всех имеющихся ведущих вредностей физического, химического характера в совокупности с тяжестью труда, значение которых в ряде случаев превышали нормативные гигиенические показатели [1, 9]. Повышение спроса и продаж автомобилей привело к значительному увеличению мощности производств по их выпуску, что явилось причиной значительно возросшей негативной нагрузки на организм работающих и увеличило вероятность развития хронической неинфекционной заболеваемости, утяжеления клинических проявлений, а также развития острых угрожаемых жизни состояний в виде инфарктов, инсультов [10–13]. Влияние большинства неблагоприятных производственных факторов на трудящихся характерно практически для большинства рабочих мест в отрасли автомобилестроения, что является причиной развития профессиональной и производственно-обусловленной патологии [14, 15]. Однако оценка риска развития профессиональных

заболеваний в отрасли не проводилась. Актуальным является изучение факторов производственной среды автомобилестроения, их причинно-следственная связь с развитием профессиональных заболеваний и оценка их степени риска у работников [16–18].

В условиях непростой экономической ситуации особое значение приобретают задачи раннего выявления, и разработки прогностических критериев современных форм профессиональной патологии, а также факторов и условий, влияющих на их развитие [11, 17, 19–21].

Цель исследования: оценить основные факторы производственной среды автомобилестроения и риск развития профессиональных заболеваний у работников этой отрасли.

Материалы и методы. Проведены собственные гигиенические исследования, изучены материалы производственного контроля (348 карт) и специальной оценки условий труда (97 карт) согласно современным нормативным документам^{1,2} на предприятии автомобилестроения Республики Башкортостан в 2020–2023 гг.

Количество исследований: шум – 554 ед., локальная вибрация – 554 ед., комплекс токсических веществ (оксид углерода, диоксид азота, их комбинация, озон, формальдегид, ксилол, толуол, хромовый ангидрид – 448 анализов), тяжесть труда – 554 ед. Оценка результатов проведена с учетом превышения гигиенических нормативов (ПДК, ПДУ) в соответствии с Р 2.2.2006–05³. Основные профессионально-производственные группы производства были представлены слесарями механосборочных работ (МСР), транспортировщиками, штамповщиками, машинистами крана, малярами, электросварщиками.

Интенсивные показатели профессиональной заболеваемости рассчитывали на профессиональные группы работающих с учетом количества впервые выявленных профессиональных заболеваний (на 10 000 работников). Показатели профессионального риска включали показатели частоты и тяжести профессиональных заболеваний – индекс профзаболеваний (*I_{пз}*) как обратная величина категории риска (*K_p*) и тяжести (*K_t*); *I_{пз}*, содержащий *K_p* и *K_t*, как вероятная величина риска: отсутствие риска; малый или пренебрежимо (переносимый); малый (умеренный); средний (существенный); высокий

¹ СП 1.1.1058–01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». утверждено Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 13.07.2001 № 18 (ред. от 27.03.2007).

² Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 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». [Электронный ресурс.] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_158398/ (дата обращения: 10.02.2023).

³ Руководство Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г.).

(непереносимый); очень высокий (непереносимый); сверхвысокий (в соответствии с Р 2.2.1766–03⁴).

Расчеты проводились с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты. Особенности технологического процесса производства автомобилестроения является тот факт, почти 75 % рабочего времени приходится на работы, которые связаны с обработкой деталей механическим способом, сборкой крупногабаритных узлов и изделий. Механосборочный цех предназначен для проведения сборочных, а также клепальных видов работ. Сборочными видами работ, такими как сбор различных автоизделий и узлов из заготовок, занимаются слесари МСР. В процессе зачистки и обдирки поверхностей и швов происходит использование шлифовальных машинок, основанных на кругах со связкой из бакелита с электрокорундом, которые предназначены как режущая основа. В автомобилестроении широко применяются разные виды и типы пневматических шлифовальных машинок, которые относятся к механизированным инструментам вращательного действия. Исследования показали, что одним из основных вредных факторов на рабочем месте слесарей МСР является интенсивный производственный шум. В процессе подготовительных работ в цехе при исследовании не зарегистрированы повышенные уровни шума – предельно допустимые уровни (ПДУ) которого соответствовали нормативным значениям. При проведении ряда крупных технологических операций зарегистрированы повышенные

уровни шума – на 14–15 дБА выше ПДУ по эквивалентному уровню. Производственный шум по своим характеристикам на разных производственных участках может быть постоянным, широкополосным, средним и высокочастотным.

Условия труда у слесарей МСР по шумовому фактору являются вредными – 3-го класса 2-й степени вредности (класс 3.2) (табл. 1). В процессе проведения обработки штампов, шлифовальных и других видов работ слесарь МСР использует шлифовальный механизм, генерирующий локальную вибрацию. Выполнение этих видов работ требует от работника наклона тела в области поясницы в положении стоя более 80 % времени. Инструмент для шлифования необходимо сильно удерживать всей поверхностью кисти правой руки, а кисть левой руки в это время поддерживает или охватывает гибкий вал. В процессе контакта с виброинструментом уровень колебательных скоростей соответствует высоким значениям, особенно в диапазоне средних и высоких частот. Анализ результатов проведенных исследований гигиенических показателей производственных факторов показал, что на рабочем месте слесаря МСР уровни локальной вибрации соответствуют вредному 3-му классу первой степени вредности – 3.1, при этом скорректированные значения виброскорости выше нормальных показателей в диапазоне 2,3–3,9 дБ (класс 3.1) (табл. 2).

Кроме воздействия физических факторов при выполнении шлифовальных и других работ, связанных

Таблица 1. Количественная оценка шума на рабочих местах слесарей МСР

Table 1. Quantitative assessment of noise at workplaces of mechanical assemblers

Наименование технологического процесса/ фактора / Technological process/factor	Звук, уровень, дБА / Noise level, dBA	ПДУ, дБА / MPL, dBA	Время действия, % / Exposure time, %	Класс условий труда / Class of working conditions
Участок по подготовке к работам (непостоянный, фон) / Work preparation area (non-permanent, background)	76,4	80	20	2
Участок технологических работ (непостоянный, оборудование, фон) / Technological work area (non-permanent, equipment, background)	94,5	80	80	3.2
Уровень звука за 8-часовую рабочую смену, эквивалентный, дБА / TWA noise level, equivalent, dBA	93,5	80	60	3.2

Таблица 2. Количественная оценка параметров локальной вибрации на рабочих местах слесарей МСР

Table 2. Quantitative assessment of hand-arm vibration parameters at workplaces of mechanical assemblers

Наименование технологического процесса / фактора / Technological process/factor	Уровень виброускорения, дБ / Vibration acceleration level, dB	ПДУ, дБ / MPL, dB	Время контакта с фактором, % / Exposure time, %	Класс условий труда / Class of working conditions
При работе с электроинструментом / Working with electrical tools			50	
Корректированный уровень (ось X) / Adjusted level (X axis)	130	126		3.1
Корректированный уровень (ось Y) / Adjusted level (Y axis)	128	126		3.1
Корректированный уровень (ось Z) / Adjusted level (Z axis)	127	126		3.1
Эквивалентный корректированный уровень: / Equivalent adjusted level:			100	
Ось X / X AXIS	128,7	126	3.1	3.1
Ось Y / Y AXIS	128,5	126	3.1	3.1
Ось Z / Z AXIS	124	126	2	2

⁴ Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (утв. Главным государственным санитарным врачом, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации Г.Г. Онищенко 24 июня 2003 г.)

с виброинструментом, на работников воздействуют и токсические вещества, представленные аэрозолями фиброгенного действия, пылью металлов, при этом содержание их в воздухе рабочей зоны в целом соответствует нормативным значениям. Трудовая деятельность работника – слесаря МСР требует нахождения в вынужденной рабочей позе стоя до 65 % смены, иногда с наклоном в области поясницы, периодического подъема и перемещения грузов до 21–25 кг. По тяжести трудового процесса работа слесаря МСР отнесена классу 3.1.

Таким образом, особенностями трудового процесса слесаря МСР является комплексное и комбинированное воздействие изученных неблагоприятных факторов производства автомобилестроения, наибольшее гигиеническое значение которых принадлежит производственному шуму и локальной вибрации. Из факторов трудового процесса следует отметить воздействие физических нагрузок на верхний плечевой пояс.

Штамповочные прессы, а также трубогибочные станки различного вида предназначения и конструкций обслуживают рабочие-штамповщики. В процессе трудового процесса они корректируют работу технологического оборудования, при обнаружении сбоя или поломки в работе производится остановка оборудования и устранение неисправностей, при необходимости проводится замена поломанных деталей. Ведущим неблагоприятным фактором на рабочем месте штамповщика является интенсивный производственный шум, гигиенические значения которого соответствуют классу 3.1, тяжесть трудового процесса редко превышает пределы допустимых значений (класс 2).

Транспортировщики в процессе работы более 60 % смены занимаются переносом различных грузов (узлы, детали, инструменты). Необходимо уточнить, что более 80 % рабочего времени транспортировщики находятся в вынужденной позе стоя. При этом тяжесть трудового процесса согласно руководству Р 2.2.2006–05⁵ у транспортировщика соответствует вредным условиям труда (класс 3.1).

Одним из важнейших факторов на производстве является химический (работы по покраске деталей, грунтовке, шлифовке и др.), присутствующий на рабочих местах таких работников, как маляры, лаборанты химического анализа. В основной комплекс токсических веществ входят фенол, формальдегид, аммиак, уайт-спирит, ксилол, толуол, хромовый ангидрид, свинец и его соединения. У этой категории работников превышения ПДК изученных веществ соответствуют вредным условиям (класс 3.1). Для рабочего процесса электросварщиков автоматических линий и полуавтоматических машин, а также машинистов мостового крана характерно выделение в воздух рабочей зоны веществ, входящих в состав сварочной аэрозоли: оксиды таких веществ, как углерод и азот, озон. Класс условий труда по содержанию химических веществ у электросварщиков автоматических линий и полуавтоматических машин, а также машинистов мостового крана относится к вредному – 3.1. Время контакта с продуктами сварочного аэрозоля у работников достаточно высокое и составляет от 84 до 100 % 8-часового рабочего дня (табл. 3).

В процессе труда показатели производственного шума на рабочих местах электросварщиков и машинистов превышали нормативные показатели в пределах класса 3.1 степени. Показатели по тяжести трудового процесса не превышали допустимых значений (класс 2).

Анализ показателей профессионального риска установил, что с учетом значений категории риска и тяжести у работников риск развития профессиональных заболеваний соответствовал среднему уровню, при этом значении риска индекс ПЗ составил 0,16, суммарный индекс профзаболеваний равнялся 0,32.

Частота развития, клиническая картина профессиональных заболеваний у работников автомобилестроения соответствовала истинному состоянию рабочей среды на предмет превышения вредных и опасных факторов (табл. 4). Так, клиническая картина нейросенсорной тугоухости (НСТ) у работников,

Таблица 3. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны электросварщиков и машинистов крана
Table 3. Measured levels of industrial toxicants in the workplace air of electric welders and crane operators

Профессиональная группа / токсикант / Job / toxicant	Действительное содержание токсиканта / Measured level	ПДК / MPL	Класс условий труда / Class of working conditions	Длительность контакта с токсикантами, % / Exposure time, %
Электросварщик / Electric welder				
Озон, мг/м ³ / Ozone, mg/m ³	0,3	0,1	3.1	84
Углерод оксид, мг/м ³ / Carbon oxide, mg/m ³	24	20	3.1	84
Азота диоксид, мг/м ³ / Nitrogen dioxide, mg/m ³	1,9	2	2	84
Комбинация веществ (углерод оксид; азота диоксид) / Combination of toxicants (carbon oxide; nitrogen dioxide)	2,07	1	3.1	
Машинист крана / Crane operator				
Озон, мг/м ³ / Ozone, mg/m ³	0,14	0,1	3.1	100
Углерод оксид, мг/м ³ / Carbon oxide, mg/m ³	14	20	2	100
Диоксид азота, мг/м ³ / Nitrogen dioxide, mg/m ³	0,9	2	2	100
Вещества и их комбинация (оксид углерода; диоксид азота) / Toxicants and their combination (carbon oxide; nitrogen dioxide)	1,07	1	3.1	100

⁵ Руководство Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г.).

Таблица 4. Профессиональный риск развития профессиональной патологии у работников автомобилестроения**Table 4. Risks of developing occupational diseases among automotive workers**

Профессиональные группы / Occupational categories	Нозологические формы / Nosologies	K_p / C_r	K_d / C_s	$I_{пз} / I_{оо}$	Категория риска / Risk category
Слесарь МСР; токарь; фрезеровщик / Mechanical assembler; turner; milling operator	нейросенсорная тугоухость / sensorineural hearing loss	2	3	0,16	средний / moderate
Слесарь МСР; резчик металла на ножницах и прессах; штамповщик / Mechanical assembler; metal cutter (scissors and presses); punch press operator	вибрационная болезнь / vibration disease	2	3	0,16	средний / moderate
Суммарный индекс профессиональных заболеваний / Total index of occupational diseases				0,32	
Электросварщик / Electric welder	хроническая интоксикация окислами азота: хронический токсический бронхит средней степени тяжести, ДН 0–1-й степени / chronic poisoning with nitrogen oxides: chronic toxic bronchitis of moderate severity, grades 0–1 respiratory failure	2	3	0,16	средний / moderate
	хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), ДН 1-й степени / chronic obstructive pulmonary disease, degree 1 respiratory failure	2	3	0,16	средний / moderate
Суммарный индекс профессиональных заболеваний / Total index of occupational diseases				0,32	

Abbreviations: C_r , risk category; C_s , disease severity category; $I_{оо}$, index of occupational diseases.

как правило, проявлялась в виде 1-й степени снижения слуха, и только у одного работника при стаже 25 лет диагностирована тугоухость 2-й степени. Средний стаж, при котором диагностировалась НСТ, соответствовал $22,4 \pm 2,8$ года, что достоверно больше, чем, например, у работников нефтехимической промышленности: $16,5 \pm 1,9$ года ($p < 0,05$).

Если у работающих, имеющих контакт в процессе труда с локальной вибрацией, имеется средний риск возможности профессионального заболевания, вибрационная болезнь развивалась в стажевом промежутке 17–20 лет и клинически проявлялась одним синдромом – полинейропатией верхних конечностей, что соответствовало 1-й стадии болезни. Выраженные формы вибрационной болезни у работников автомобилестроения за весь период наблюдения не зарегистрированы.

Причиной хронической интоксикации с преимущественным поражением органов дыхания, таких как токсический бронхит (1 случай), ХОБЛ с дыхательной недостаточностью 1-й степени (1 случай), явился длительный профессиональный контакт с комплексом вредных веществ сварочной аэрозоли. Заболевания легких у работников в обоих случаях диагностированы в стажевом промежутке 17,0–19,8 года. Характерной особенностью заболеваний явилась легкая/средняя тяжесть течения и отсутствие осложнений и прогрессирования.

Обсуждение. На работающих в процессе труда на производстве автомобилестроения воздействует целый ряд факторов, имеющие комплексный и сочетанный характер, что согласуется с исследованиями других авторов [9, 12, 17]. Факторы физической природы, такие как производственный шум, превышающий ПДУ на 14–15 дБА по эквивалентному

уровню, и локальная вибрация, превышающая скорректированное значение на 2,4–3,8 дБ, являются ведущими в производстве автомобилей. В комплекс токсических веществ входили преимущественно аэрозоли, в основном фиброгенного действия, пыли металлов. Тяжесть труда как фактор трудового процесса для работников имела основное значение. Особо необходимо остановиться на том, что на отдельные профессиональные группы работающих имело место воздействие одновременно практически всех имеющихся на производстве факторов в течение всего рабочего времени. Показано, что в наиболее неблагоприятных производственных условиях трудятся слесари МСР (шум, вибрация, тяжесть труда (общий класс 3.2)). В профессиональной группе транспортировщиков в процессе труда преобладают тяжелые физические нагрузки (класс 3.1), преимущественно на верхний плечевой пояс, а на лаборантов химического анализа, маляров, сварщиков и машинистов крана имеет место воздействие комплекса токсических веществ (класс 3.1). Итоговые условия труда для работников изученных профессий автомобилестроения производства отнесены к вредным, соответственно, 3-го класса 1–2-й степени вредности. Проведенные исследования позволили достигнуть поставленной цели: оценить ведущие вредности производства автомобилестроения, а также провести оценку риска развития профессиональных заболеваний у работников. Ссылаясь на руководство Р 2.2.2006–05, у работников при таких условиях труда возможно развитие начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний. Впервые нами показано, что в производстве имеется средний риск развития профессиональных заболеваний (ИПЗ –

0,16, суммарный ИПЗ – 0,32), клинически имеющих легкое течение с небольшими функциональными проявлениями 1-й степени. В целом наши исследования коррелируют с рядом работ в области медицины труда машиностроительной отрасли, в то же время ряд исследователей свидетельствует о возможности развития в этих условиях и среднетяжелых форм заболеваний, их сочетания (одновременное развитие вибрационной болезни и пояснично-крестцовой радикулопатии; вибрационной болезни и нейросенсорной тугоухости) [17, 22].

Ряд клинических особенностей профессиональных болезней у работников автомобилестроения определяется многообразием и своеобразием производственных этиологических факторов. Изучение роли производственных факторов с учетом быстро прогрессирующих технологических процессов и оборудования, а также влияния ряда хронических неинфекционных заболеваний на развитие профессиональных заболеваний, несомненно, продолжает оставаться актуальной задачей медицины труда. Данные исследования позволяют как унифицировать диагностические подходы и критерии при установлении профессиональных заболеваний, так и разработать современную тактику по улучшению условий труда, поддержанию необходимого уровня здоровья работающего населения [3, 19, 21, 23–27].

Заключение. Производство автомобилестроения характеризуется комплексным и сочетанным воздействием таких производственных вредностей, как шумовой фактор, вибрация, комплекс токсичных веществ, тяжесть трудового процесса. Основными профессиональными группами являются слесари МСР, транспортировщики, электросварщики, маляры. Условия труда у работников соответствуют вредным, относящимся к 3-му классу 1–2-й степени, что приводит к развитию легких форм профессиональных заболеваний при среднем риске их развития у работников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галимова Р.Р., Валеева Э.Т., Дистанова А.А., Гирфанова Л.В., Салаватова Л.Х., Газизова Н.Р. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работников машиностроения // Медицина труда и экология человека. 2020. № 1. С. 36–43.
2. Балабанова Л.А., Камаев С.К., Имамов А.А., Радченко О.Р. Оценка риска нарушения состояния здоровья работников машиностроения // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 1. С. 76–79. doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-1-76-79
3. Денисенко А.Ф., Ляшенко Е.Г., Боева И.А., Ермаченко Т.П., Дмитриенко В.В. Профессиональные заболевания. Проблемы и пути решения // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2021. № 2. С. 164–170.
4. Денисенко А.Ф., Боева И.А., Ермаченко Т.П. Пути совершенствования системы медицинской помощи работникам промышленных предприятий // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2021. № 2. С. 141–145.
5. Жеглова А.В. Методология оценки профессионального риска работающих при воздействии физических факторов // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100. № 9. С. 975–979.
6. Фесенко М.А., Рыбаков И.А., Комарова С.В. Социально-гигиеническое исследование влияния факторов образа жизни на здоровье работающих, занятых во вредных условиях труда // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 7 (280). С. 23–27.
7. Park J, Shin SY, Kang Y, Rhie J. Effect of night shift work on the control of hypertension and diabetes in workers taking medication. *Ann Occup Environ Med.* 2019;31:e27. doi: 10.35371/aoem.2019.31.e27
8. Сюрин С.А. Особенности развития вибрационной болезни у работников предприятий в российской Арктике // Здоровье населения и среда обитания. 2022. № 5. С. 57–64. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-5-57-64
9. Чистова Н.П., Маснавиева Л.Б., Кудяева И.В. Вибрационная болезнь: дозостажевые характеристики и особенности клинической картины при воздействии локальной вибрации и сочетанном воздействии локальной и общей вибрации // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 30–35. doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-12-30-35
10. Ahn J, Kim NS, Lee BK, Park J, Kim Y. Relationship of occupational category with risk of physical and mental health problems. *Saf Health Work.* 2019;10(4):504-511. doi: 10.1016/j.shaw.2019.07.007
11. Шляпников Д.М., Шур П.З. Сравнительная оценка профессионального риска здоровью работников предприятия по добыче калийных руд // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 11. С. 14–19.
12. Полякова Е.М., Сюрин С.А. Профессиональные риски здоровью сварщиков при сочетанном влиянии сварочного аэрозоля и охлаждающего микроклимата // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 9. С. 69–77. doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-9-69-77 EDN: EFGJKI
13. Rivera AS, Akanbi M, O'Dwyer LC, McHugh M. Shift work and long work hours and their association with chronic health conditions: A systematic review of systematic reviews with meta-analyses. *PLoS One.* 2020;15(4):e0231037. doi: 10.1371/journal.pone.0231037
14. Лапко И.В., Яцына И.В. Современные технологии сохранении здоровья работников с учетом актуальных профессиональных рисков // Здравоохранение Российской Федерации. 2022. Т. 66. № 5. С. 390–394.
15. Rizkiani DO, Modjo R. Health risk assessment of workers at the mining company PT. HIJ Site in South Kalimantan: An Overview. *KnE Life Sciences.* 2018;4(5):616-626. doi: 10.18502/kl.s.v4i5.2591
16. Гутор Е.М., Жидкова Е.А., Гуревич К.Г. Некоторые подходы и критерии оценки риска развития профессиональных заболеваний // Медицина труда и промышленная экология. 2023. Т. 63. № 2. С. 94–101.
17. Егоров В.Н., Качан Т.Д., Степаненко А.Ф., Таятина Т.В., Недоруба Е.А., Кобзарь О.Н. Современные аспекты социально-трудовой реабилитации больных с сочетанными формами профессиональной патологии // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26728> (дата обращения: 28.12.2023).
18. Folch-Calvo M, Brocal F, Sebastián MA. New risk methodology based on control charts to assess occupational risks in manufacturing processes. *Materials (Basel).* 2019;12(22):3722. doi: 10.3390/ma12223722
19. Онищенко Г.Г., Денисенко А.Ф., Боева И.А., Васякина Л.А., Дмитриенко В.В. Профессиональная заболеваемость в современных социально-экономических условиях Донбасса // Медицина труда и промышленная экология. 2022. Т. 62. № 10. С. 630–639. doi:10.31089/1026-9428-2022-62-10-630-639
20. Сабитова М.М., Берхеева З.М., Гарипова Р.В., Сафина К.Р. Перспективы использования инструментов бережливых технологий в профпатологической службе //

- Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 4 (118). С. 74–80.
21. Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России // Медицина труда и промышленная экология. 2019. № 9. С. 527–532.
 22. Сауткина А.С., Елькин А.Б., Пачурин Г.В., Шевченко С.М. Оценка профессионального риска в НОАО «Гидромаш» ретроспективным методом // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12. С. 219–223.
 23. Мелентьев А.В., Бабанов С.А., Стрижаков Л.А. Проблемы профессионального отбора и эффект здорового рабочего в медицине труда // Здравоохранение Российской Федерации. 2021. Т. 65. № 4. С. 394–399.
 24. Шиган Е.Е., Сааркоппель Л.М., Серебряков П.В., Федина И.Н. Анализ трудовых компетенций врача-профпатолога в рамках разработки профессионального стандарта // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60. № 12. С. 925–935. doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-12-925-935
 25. Jones D, Molitor D, Reif J. What do workplace wellness programs do? Evidence from the Illinois workplace wellness study. *Q J Econ*. 2019;134(4):1747–1791. doi: 10.1093/qje/qjz023
 26. Hall JL, Kelly KM, Burmeister LF, Merchant JA. Workforce characteristics and attitudes regarding participation in worksite wellness programs. *Am J Health Promot*. 2017;31(5):391–400. doi: 10.4278/ajhp.140613-QUAN-283
 27. Song Z, Baicker K. Effect of a workplace wellness program on employee health and economic outcomes: A randomized clinical trial. *JAMA*. 2019;321(15):1491–1501. doi: 10.1001/jama.2019.3307
- ### REFERENCES
1. Galimova RR, Valeeva ET, Distanova AA, Girfanova LV, Salavatova LKh, Gazizova NR. Hygienic assessment of working conditions and health status of mechanical engineering workers. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2020;(1(21)):36–43. (In Russ.) doi: 10.24411/2411-3794-2020-10103
 2. Balabanova LA, Kamaev SK, Imamov AA, Radchenko OR. Risk assessment of health disorders in employees at the machinery enterprise. *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(1):76–79. (In Russ.) doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-1-76-79
 3. Denisenko AF, Lyashenko EG, Boeva IA, Ermachenko TP, Danilov YuV, Dmitrienko VV. Occupational disease. Problems and solutions. *Vestnik Gigieny i Epidemiologii*. 2020;24(2):164–170. (In Russ.)
 4. Denisenko AF, Boeva IA, Ermachenko TP. Ways to improve the medical care system for industrial enterprises. *Vestnik Gigieny i Epidemiologii*. 2021;25(2):141–145. (In Russ.)
 5. Zheglava AV. Improving the methodology for assessing occupational risk in workers under the influence of physical factors. *Gigiena i Sanitariya*. 2021;100(9):975–979. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-975-979
 6. Fesenko MA, Rybakov IA, Komarova SV. Influence of lifestyle factors on the workers' health status, employed in hazardous working conditions. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2016;(7(280)):23–27. (In Russ.)
 7. Park J, Shin SY, Kang Y, Rhie J. Effect of night shift work on the control of hypertension and diabetes in workers taking medication. *Ann Occup Environ Med*. 2019;31:e27. doi: 10.35371/aoem.2019.31.e27
 8. Syurin SA. Trends in vibration disease rates among industrial workers in the Russian Arctic. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(5):57–64. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-5-57-64
 9. Chistova NP, Masnavieva LB, Kudaeva IV. Vibration disease: Exposure level and duration-dependent characteristics and features of the clinical picture following local and combined local and whole body vibration. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;29(12):30–35. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-12-30-35
 10. Ahn J, Kim NS, Lee BK, Park J, Kim Y. Relationship of occupational category with risk of physical and mental health problems. *Saf Health Work*. 2019;10(4):504–511. doi: 10.1016/j.shaw.2019.07.007
 11. Shlyapnikov DM, Shur PZ. Comparative evaluation of occupational health risk in workers engaged into potassium ores extraction. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017;(11):14–19. (In Russ.)
 12. Polyakova EM, Syurin SA. Occupational health risks from combined exposure to welding fumes and cold environment for welders. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;29(9):69–77. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-9-69-77
 13. Rivera AS, Akanbi M, O'Dwyer LC, McHugh M. Shift work and long work hours and their association with chronic health conditions: A systematic review of systematic reviews with meta-analyses. *PLoS ONE*. 2020;15(4):e0231037. doi: 10.1371/journal.pone.0231037
 14. Lapko IV, Yatsyna IV. Modern technologies for preserving the health of employees taking into account current occupational risks. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2022;66(5):390–394. (In Russ.) doi: 10.47470/0044-197X-2022-66-5-390-394
 15. Rizkiani DO, Modjo R. Health risk assessment of workers at the mining company PT. HIJ Site in South Kalimantan: An overview. *KnE Life Sciences*. 2018;4(5):616–626. doi: 10.18502/kl.v4i5.2591
 16. Gutor EM, Zhidkova EA, Gurevich KG, et al. Some approaches and criteria for assessing the risk of developing occupational diseases. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2023;63(2):94–101. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-2-94-101
 17. Egorov VN, Kachan TD, Stepanenko AF, Tayutina TV, Nedoruba EA, Kobzar ON. Modern aspects of social-labor rehabilitation of patients with combined forms of professional pathology. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2017;(5):7. (In Russ.) Accessed December 28, 2023. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26728>
 18. Folch-Calvo M, Brocal F, Sebastián MA. New risk methodology based on control charts to assess occupational risks in manufacturing processes. *Materials (Basel)*. 2019;12(22):3722. doi: 10.3390/ma12223722
 19. Onishchenko GG, Denisenko AF, Boeva IA, Vasyakina LA, Dmitrienko VV. Occupational incidence in the modern socio-economic conditions of Donbass. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2022;62(10):630–639. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2022-62-10-630-639
 20. Sabitova MM, Berkheeva ZM, Garipova RV, Safina KR. Prospects for the use of lean technology tools in the occupational pathology service. *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal*. 2022;(4-2(118)):74–80. (In Russ.) doi: 10.23670/IRJ.2022.118.4.084
 21. Bukhtiyarov IV. Current state and main directions of preservation and strengthening of health of the working population of Russia. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(9):527–532. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532
 22. Sautkina AS, Elkin AB, Pachurin GV, Shevchenko SM. Evaluation of professional risk NOAO "Hydromash" retrospective method. *Mezhdunarodnyy Zhurnal Prikladnykh i Fundamental'nykh Issledovaniy*. 2016;(12-2):219–223. (In Russ.)

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-2-58-65>
Original Research Article

23. Melentev AV, Babanov SA, Strizhakov LA, Vinnikov DV, Ostryakova NA. Problems of professional selection and the effect of the healthy worker in occupational health. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2021;65(4):394-399. (In Russ.) doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-4-394-399
24. Shigan EE, Saarkoppel' LM, Serebryakov PV, Fedina IN. Analysis of occupational pathology physician competencies as part of professional standard development. *Meditcina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2020;60(12):925-935. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-12-925-935
25. Jones D, Molitor D, Reif J. What do workplace wellness programs do? Evidence from the Illinois workplace wellness study. *Q J Econ*. 2019;134(4):1747-1791. doi: 10.1093/qje/qjz023
26. Hall JL, Kelly KM, Burmeister LF, Merchant JA. Workforce characteristics and attitudes regarding participation in worksite wellness programs. *Am J Health Promot*. 2017;31(5):391-400. doi: 10.4278/ajhp.140613-QUAN-283
27. Song Z, Baicker K. Effect of a workplace wellness program on employee health and economic outcomes: A randomized clinical trial. *JAMA*. 2019;321(15):1491-1501. doi: 10.1001/jama.2019.3307

Сведения об авторах:

✉ **Валеева** Эльвира Тимурьяновна – д.м.н., доцент, главный научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: oozr@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9146-5625>.

Галимова Расима Расиховна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: rasima75@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4658-545X>.

Дистанова Альбина Анваровна – врач – аллерголог-иммунолог отделения профессиональной аллергологии и иммунореабилитации ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: f_albina@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4249-2288>.

Шастин Александр Сергеевич – к.м.н., старший научный сотрудник отдела организации медицины труда Екатеринбургского медицинского научного центра профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий Роспотребнадзора; e-mail: shastin@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8363-5498>.

Саитова Анастасия Федоровна – врач-терапевт терапевтического профпатологического отделения с палатой интенсивной терапии ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: tarasovasova1994@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1627-8173>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Валеева Э.Т., Галимова Р.Р.; сбор данных: анализ и интерпретация результатов: Дистанова А.А., Саитова А.Ф.; обзор литературы: Дистанова А.А.; подготовка проекта рукописи: Валеева Э.Т., Галимова Р.Р.; статистическая обработка: Шастин А.С. Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 06.07.23 / Принята к публикации: 09.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

✉ Elvira T. Valeeva, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Chief Researcher, Department of Occupational Health, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: oozr@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9146-5625>.

Rasima R. Galimova, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Occupational Health, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: rasima75@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4658-545X>.

Albina A. Distanova, allergist/immunologist, Department of Occupational Allergy and Immune Recovery, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: f_albina@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4249-2288>.

Aleksandr S. Shastin, Cand. Sci. (Med.), Researcher, Department of Occupational Medicine Organization, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: shastin@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8363-5498>.

Anastasia F. Saitova, therapist, Therapeutic Occupational Pathology Department with an intensive care unit, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: tarasovasova1994@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1627-8173>.

Author contribution: study conception and design: Valeeva E.T., Galimova R.R.; data collection, analysis and interpretation of results: Distanova A.A., Saitova A.F.; statistical analysis: Shastin A.S.; bibliography compilation and referencing: Distanova A.A.; draft manuscript preparation: Valeeva E.T., Galimova R.R. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

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

Received: July 6, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: February 29, 2024



Патогенетические основы системных морфологических проявлений пневмокониоза угольщика (обзор)

М.С. Бугаева^{1,2}, О.И. Бондарев^{1,2}, А.С. Казизкая¹, Н.Н. Михайлова¹

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», ул. Кутузова, д. 23, г. Новокузнецк, 654041, Российская Федерация

² Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, пр. Строителей, д. 5, г. Новокузнецк, 654005, Российская Федерация

Резюме

Введение. Рабочие в горнодобывающей промышленности подвергаются повышенному риску развития пневмокониоза, представляющего серьезную угрозу их здоровью. Типичными патологическими изменениями при данном заболевании являются пневмосклероз и атрофия слизистой оболочки бронхов. В то же время существуют данные, свидетельствующие о системных проявлениях пневмокониоза. В связи с этим требуется более глубокое понимание того, как длительное воздействие угольно-породной пыли влияет на патофизиологические процессы не только в органе-мишени, но и в организме в целом.

Цель исследования: обобщить и систематизировать представления о патогенетических основах системных морфологических проявлений пневмокониоза угольщика.

Материалы и методы. Для получения информации выполнен поиск релевантных исследований, опубликованных в реферативных базах данных Scopus, PubMed, РИНЦ за период 1995–2022 гг. Поиск осуществлялся по ключевым словам: пневмокониоз, шахтеры, морфологические изменения, патогенез, свободнорадикальное окисление, воспалительная реакция, иммунный ответ, цитокины, факторы роста, эндотелиальная дисфункция. Отобрано 59 полнотекстовых материалов, содержащих информацию о результатах законченных исследований по изучению механизмов формирования системных морфологических изменений при пневмокониозе угольщика. Систематический обзор проведен согласно руководству PRISMA и с использованием определенных критериев PICO(S).

Результаты. Показано, что длительное воздействие на организм угольно-породной пыли приводит к активации макрофагального воспаления в дыхательной системе, развитию свободнорадикального окисления, модуляции путей внутриклеточной сигнализации и программируемой гибели клеток. Многочисленными исследованиями отмечена роль воспаления как главного патогенетического фактора пневмокониоза, находящегося в тесной связи с окислительным стрессом и иммунным ответом. Медиаторы воспаления обеспечивают реализацию иммунитета, регенерацию и склерозирование поврежденных тканей. При массивной агрессии пылевого фактора они начинают носить деструктивный и повреждающий ткани эффект как в бронхолегочной системе, так и в других органах благодаря системному действию. Отмечена центральная роль эндотелия в развитии, течении и исходе воспаления.

Заключение. Проведенный анализ позволяет расширить представление о патогенетических основах пневмокониоза шахтеров для обоснования системного, комплексного подхода к его лечению и профилактике.

Ключевые слова: пневмокониоз, шахтеры, морфологические изменения, свободнорадикальное окисление, воспалительная реакция, цитокины, эндотелиальная дисфункция, обзор.

Для цитирования: Бугаева М.С., Бондарев О.И., Казизкая А.С., Михайлова Н.Н. Патогенетические основы системных морфологических проявлений пневмокониоза угольщика (обзор) // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 66–74. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-66-74

Pathogenetic Bases of Systemic Morphological Manifestations of Coal Worker's Pneumoconiosis: A Review

Maria S. Bugaeva,^{1,2} Oleg I. Bondarev,^{1,2} Anastasiya S. Kazitskaya,¹ Nadezhda N. Mikhailova¹

¹ Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, 23 Kutuzov Street, Novokuznetsk, 654041, Russian Federation

² Novokuznetsk State Institute for Post-Graduate Training of Medical Doctors – Branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 5 Stroiteley Avenue, Novokuznetsk, 654005, Russian Federation

Summary

Introduction: Miners are at increased risk of developing pneumoconiosis that poses a serious threat to their health. Progressive pneumosclerosis and bronchial mucosa atrophy are typical pathological changes in this disease. At the same time, there is evidence of systemic manifestations of pneumoconiosis. In this regard, a deeper understanding of how long-term exposure to coal dust affects pathophysiological processes not only in the target organ, but also in the whole body is required.

Objective: To generalize and systematize ideas about the pathogenetic foundations of systemic morphological manifestations of black lung disease.

Materials and methods: To obtain information, we have carried out a search for relevant studies published in 1995–2022 in Scopus, PubMed, and RISC databases using the following keywords: pneumoconiosis, miners, morphological changes, pathogenesis, free radical oxidation, inflammation, immune response, cytokines, growth factors, and endothelial dysfunction. We selected 59 full-text publications presenting the results of completed studies on the mechanisms of development of systemic morphological changes in coal miner's pneumoconiosis. The systematic review was made according to PRISMA guidelines and using certain PICO(S) criteria.

Results: It has been shown that long-term exposure to coal dust causes activation of macrophage-related inflammation in the respiratory system, free radical oxidation, modulation of intracellular signaling pathways, and programmed cell death. Numerous studies have demonstrated the role of inflammation as the main pathogenetic factor of pneumoconiosis, which is closely related to oxidative stress and immune response. Inflammatory mediators ensure the immune response, regeneration and sclerosis of damaged tissues. In case of high cumulative doses of coal dust, these processes begin to have a destructive and tissue-damaging effect in both the lungs and other organs due to the systemic action of the above mediators. The key role of the endothelium in the development, course and outcome of inflammation is noted.

Keywords: Our findings help improve understanding of the pathogenetic bases of coal worker's pneumoconiosis necessary to substantiate a systemic, integrated approach to its treatment and prevention.

Cite as: Bugaeva MS, Bondarev OI, Kazitskaya AS, Mikhailova NN. Pathogenetic bases of systemic morphological manifestations of coal worker's pneumoconiosis: A review. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):66–74. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-66-74

Введение. Рабочие в горнодобывающей промышленности подвергаются повышенному риску развития профессиональных заболеваний в результате воздействия опасных уровней вредных производственных факторов [1]. Пневмокониоз (ПК) шахтеров – общий термин патологии легких, вызванной длительным вдыханием угольно-породной пыли [2]. Основными ее источниками являются угольный пласт и окружающие пласты горных пород. Характер ПК, особенность течения напрямую связаны с составом угля и породы. С увеличением содержания кремния, а также металлических и металлоидных элементов возрастает токсичность пыли для клеток легких и степень их поражения. Отмечено, что высокое содержание в воздухе рабочей зоны свинца, кадмия, марганца, никеля и меди оказывает существенное негативное влияние на раннее развитие заболевания в связи с канцерогенностью данных элементов [3, 4].

ПК широко распространен во всем мире и представляет серьезную угрозу для здоровья населения. Высокая заболеваемость и инвалидизация обусловлены тем, что патологический процесс длительное время носит скрытый характер – начальные стадии его развития протекают бессимптомно. В связи с отсутствием методов ранней диагностики констатируемый на профосмотрах ПК имеет, как правило, уже хроническую форму [5, 6].

Типичными патологическими изменениями при данном профессиональном заболевании являются альвеолит и прогрессирующий легочный интерстициальный фиброз [5]. Ранние патологические проявления альвеолита включают повышенную экссудацию нейтрофилов, лимфоцитов и макрофагов, в легких отмечается скопление большого количества фагоцитирующих пыль гранулоцитов [2]. С увеличением времени воздействия вредного фактора характерно отложение частиц угольной пыли вокруг бронхиол и мелких кровеносных сосудов, в межальвеолярных перегородках и просветах альвеол. Данное явление связано с несостоятельностью фагоцитоза и в итоге приводит к интерстициальному фиброзу [2, 7, 8]. Отдельными авторами показано образование при ПК угольщика гранул инородных тел в легких [1, 9, 10]. В то же время в связи с улучшением условий труда шахтеров в угольной промышленности в последние годы отмечается более медленное прогрессирование ПК, в основном по пути диффузно-склеротических изменений в паренхиме легких. В местах отложения промышленной пыли наблюдается формирование гранулематозных образований в виде прослоек соединительной ткани и гистиоидных элементов [7].

Характерно также развитие генерализованной атрофии слизистой оболочки бронхов, гипертрофии гладкомышечных элементов в бронхах и легочных сосудах в сочетании с выраженным перибронхиальным и периваскулярным склерозом, поражение плевры [7].

Несмотря на установление связи между воздействием на организм частиц пыли и развитием профессиональных заболеваний легких, на сегодня отсутствует единое целостное понимание механизмов

развития ПК. Общепринятым считается представление о прямом токсическом действии угольно-породной пыли на дыхательную систему. Респираторная часть частиц пыли вместе с сопутствующими загрязнителями проникает в дыхательные пути и паренхиму легких, где она взаимодействует с поверхностными клетками, вызывая структурные повреждения [2]. «Непременным является развитие выраженного макрофагального воспаления в органе-мишени, которое протекает с участием многих клеток, в том числе фибробластов, являющихся продуцентами коллагена» [7]. В то же время существуют современные данные, свидетельствующие о системных изменениях при ПК, что указывает на возможность опосредованного воздействия вредного фактора на внутренние органы. В частности, при воздействии пыли, содержащей высокие концентрации кварца, отмечается развитие ишемической болезни сердца и сердечной недостаточности, дегенеративных изменений мышечных волокон, накопление в последних липофусцина, формирование мелкоочагового и периваскулярного склероза [11–13]. Другими исследователями приводятся данные о морфологических изменениях печени при ПК шахтера в виде зернистой или вакуольной дистрофии гепатоцитов, очагового некроза, пролиферации клеток Купфера, фиброза портальных трактов [12, 14]. У работников горнодобывающей промышленности отмечается также развитие хронической почечной недостаточности [15, 16]. Установлено, что высокофиброгенная пыль вызывает в отдельных проксимальных канальцах альтерацию эпителия и паренхиматозную дистрофию некоторых нефроцитов вплоть до атрофии и некроза [17, 18].

В связи с этим требуется более глубокое понимание того, как длительное воздействие угольно-породной пыли, встречающейся на рабочих местах в угольной промышленности, влияет на патофизиологические процессы не только в органе-мишени, но и в организме в целом.

Цель исследования: обобщить и систематизировать представления о патогенетических основах системных морфологических проявлений пневмокониоза угольщика.

Материалы и методы. Для получения информации выполнен поиск релевантных исследований, опубликованных в реферативных базах данных Scopus, PubMed, РИНЦ за период 1995–2022 гг. Поиск осуществлялся по ключевым словам и словосочетаниям: пневмокониоз, шахтеры, морфологические изменения, патогенез, свободнорадикальное окисление, воспалительная реакция, иммунный ответ, цитокины, факторы роста, эндотелиальная дисфункция. Все публикации рассматривались в хронологической последовательности дат их издания, независимо от языка, на котором они опубликованы. Отбор осуществлялся путем изучения названий, краткого содержания и полнотекстовых статей. Для выявления, отбора и критической оценки соответствующих исследований использовался систематический метод. Систематический обзор проведен согласно руководству PRISMA и с использованием определенных критериев PICO(S). Для

включения публикации в обзор рассматривались следующие критерии: статья должна содержать информацию о результатах законченных исследований по исследуемой теме, иметь полнотекстовую версию. Критериями исключения являлись неопубликованные/неиндексированные исследования, неизданная литература, отозванные публикации, исследования, не предлагающие для ознакомления полнотекстовые варианты. В результате поиска найдено 68 783 статьи, включая дубликаты. По результатам анализа названий и аннотаций исключено 68 656 статей вместе с дубликатами. Все оставшиеся 127 публикаций являлись полнотекстовыми, из них 68 удалено из-за несоответствия критериям включения. Отобрано 59 полнотекстовых материалов, содержащих сведения о механизмах формирования системных морфологических изменений при пневмокониозе угольщика.

Результаты. В настоящее время существует ряд гипотез и теоретических разработок, с позиции которых пытаются объяснить механизмы морфологических системных проявлений ПК.

Важную роль в развитии профессиональных заболеваний органов дыхания, обусловленных действием промышленной пыли, играет окислительный стресс [19, 20]. При воздействии пылевых частиц на фагоциты активные формы кислорода (АФК) и азота (АФА) образуются в избыточном количестве [19, 21]. В работе Величовского Б.Т. показано, что «интенсивность этого процесса зависит от дисперсности и концентрации пыли во вдыхаемом воздухе, а также свойств поверхности частиц, определяемых химическим составом и молекулярным строением вещества. Особенности поверхности обуславливают тип взаимодействия пылевой частицы с клеточной мембраной. В частности, кварцсодержащая пыль характеризуется высокой цитотоксичностью, на поверхности кремнезема в водной среде возникают химические структуры (силанольные группы), способные к образованию водородных связей. Поэтому наиболее вероятными участками связывания для кремнеземсодержащей пыли выступают белковые структуры клеточной мембраны – клеточные рецепторы. Пыль кремнезема вызывает быструю и сильную активацию фагоцитов, обуславливающую ее высокую цитотоксичность и фиброгенность» [19].

Генерация оксидантов приводит к активации различных сигнальных путей клетки – критически важных факторов борьбы с окислительным стрессом, регулирующих клеточную миграцию, пролиферацию и апоптоз [22]. На экспериментальной модели ПК показано прогрессирование воспаления и фиброза в тканях легкого мыши, сопровождающееся изменениями экспрессии *NF-κB*, *p53*, *Bax* и *Ki67* [23]. Отмечено, что уголь может трансактивировать сигнальные пути *AP-1* и *NFAT* [22, 23]. В экспериментах по оценке *AP-1* как кандидата на опосредованную углем активацию транскрипции *IL-6* было установлено, что специфические ингибиторы путей *AP-1*, такие как *PD98509* и *SB203580*, два специфических ингибитора *MEK1* (путь *ERKs*) и *p38 MAPK*, отменяют индуцированную углем экспрессию *mPHK* и белка *IL-6* [24]. В нескольких отчетах также продемонстрирована активация кварцем *AP-1* и *NF-κB* [25].

На развитие апоптоза макрофагов при воздействии на организм промышленной пыли указывается многими авторами [26, 27]. О его инициации при пылевой нагрузке также свидетельствуют повышенные уровни каспазы-3 и каспазы-8 [26].

В литературе также имеются данные о том, что «вдыхание промышленной пыли одновременно с развитием энергодефицитного состояния в фагоците сопровождается нарастанием внутриклеточной гипоксии, первопричина которой заключается в том, что весь потенциал “дыхательного взрыва” расходуется на генерацию свободных радикалов, а не на нужды жизнедеятельности клетки» [28]. Длительная адаптация к гипоксии тесно связана с экспрессией фактора транскрипции – *HIF-1α* (hypoxia-inducible factor), активирующего синтез внутриклеточных защитных белков теплового шока *HSP* [29, 30]. В целом *HSP* повышают устойчивость клеток к факторам повреждения, в том числе к окислительному стрессу [31, 32].

Несбалансированная продукция АФК и АФА вызывает перекисное окисление липидов, нитрование белков и повреждение ДНК [2, 33, 34]. Прогрессирующее развитие окислительного стресса происходит за счет несостоятельности антиоксидантной системы и блокирования окислительно-восстановительных сигнальных путей [35].

Образующиеся под влиянием фиброгенной пыли АФК, кроме того, служат причиной развития относительной недостаточности ингибиторов протеаз [28]. В патогенезе бронхолегочной патологии различными авторами большое внимание уделяется дисбалансу в системе «протеолиз – антипротеолиз» [36]. В нормальных легких протеазы сохраняют свои гомеостатические функции, которые регулируют такие процессы, как регенерация и восстановление тканей. Хронические воспалительные патологии органов дыхания связаны с выраженным повышением активности протеаз [37]. Это происходит в результате хронического воспаления, окислительного стресса, а также в условиях дезактивации тканевых ингибиторов протеаз. Большое количество данных свидетельствует о том, что нейтрофильные сериновые протеазы, такие как эластаза, протеиназа-3, катепсин G и матриксные металлопротеиназы, являются основными патогенными детерминантами хронических воспалительных заболеваний легких [38]. Протеолитические ферменты обеспечивают деградацию всех компонентов внеклеточного матрикса паренхимы легких, включая эластин, коллаген, фибронектин, ламинин, протеогликаны [37].

Окислительный стресс находится в тесной взаимосвязи с воспалением и иммунным ответом. АФК стимулируют синтез воспалительных медиаторов альвеолярными макрофагами и эпителиальными клетками [2, 35, 39, 40]. «Цитокиновая сеть занимает особое место среди медиаторов воспаления и контролирует многие процессы развития иммунной и воспалительной реактивности. Биологическая роль цитокинов заключается в обеспечении межклеточного информационного обмена, реализации врожденного и приобретенного иммунитета, регенерации и репарации (склерозировании) поврежденных тканей за счет активации ответственных клеток и влияния

на процессы пролиферации, дифференцировки и функциональную активность клеток-мишеней. Они действуют на клетку каскадно, стимулируя или ингибируя продукцию и секрецию других цитокинов, а также экспрессию цитокин-связывающих рецепторов и иные индуцибельные процессы» [2, 39, 41–43]. В то же время отмечено, что «при массивной агрессии пылевого фактора, подавлении антиоксидантных возможностей легких происходит гиперактивация макрофагов, нейтрофилов и других клеток. В связи с этим резко возрастает продукция и концентрация цитокинов в крови и клетках, которые их продуцируют, нарушается баланс между про- и противовоспалительными цитокинами и другими медиаторами. Воспалительный процесс начинает нести не защитный эффект, а деструктивный и повреждающий ткани как в очаге повреждения, так и в других органах благодаря системному действию медиаторов воспаления» [41, 43].

Показано, что при длительном вдыхании промышленной пыли эпителиальные клетки дыхательных путей и альвеол, макрофаги и другие клетки продуцируют различные цитокины и факторы роста, в том числе *IL-1 β* , *IL-6*, *TNF- α* , макрофагальные воспалительные протеины (*MIP-1*, *MIP-2*), *TGF- β* , моноцитарный хемоаттрактантный протеин-1 (*MCP-1*) и фактор активации тромбоцитов [1, 44, 45]. Эти провоспалительные факторы привлекают в легкие другие иммунные клетки, которые продуцируют медиаторы воспаления и повреждения клеток, а также активируют фибробласты [46]. «Факторы роста играют особую роль в формировании морфологических повреждений различных органов и тканей, их уровень значительно повышается при ПК» [1, 39, 47]. «Они регулируют пролиферацию мезенхимальных клеток, продукцию экстраклеточного матрикса, интерстициальных клеток, резпитализацию» [48]. Трансформирующий фактор роста- β (*TGF- β*) участвует в процессах развития фиброза легких угольщиков благодаря своей способности индуцировать белки внеклеточного матрикса и модулировать рост и иммунную функцию многих типов клеток [2, 49, 50]. Фактор роста тромбоцитов (*PDGF-BB*) и инсулиноподобный фактор роста *IGF-1*, секретируемые макрофагами и моноцитами, стимулируют накопление мезенхимальных клеток и фиброз нижних дыхательных путей [51]. Эпидермальный фактор роста (*EGF*) и фактор роста эндотелия сосудов (*VEGF*) способствуют пролиферации и созреванию эпителиальных и эндотелиальных клеток. Высокие уровни *VEGF*, трансформирующего фактора роста альфа (*TGF- α*) обнаружены у шахтеров и экспериментальных животных с эмфиземой и фиброзом легких [52, 53].

Центральным звеном и регулятором воспалительной реакции является эндотелий [54]. «Он выступает связующим элементом между клетками паренхиматозных органов и циркулирующими в крови тромбоцитами, макрофагами, нейтрофилами, цитокинами и их растворимыми рецепторами, а также другими медиаторами воспаления. Активация цитокиновых рецепторов, расположенных на поверхности эндотелиальных клеток, запускает

целый каскад адаптивных реакций» [41, 43, 55]. «Выраженность воспалительного процесса и тканевого повреждения, развивающиеся морфофункциональные изменения эндотелия в итоге приводят к его системному повреждению и дисфункции, в том числе нарушениям в системе гемостаза» [43, 54]. На развитие эндотелиальной дисфункции при ПК угольщика и силикозе указывает ряд исследований [56, 57].

Обсуждение. Результаты исследований патофизиологических механизмов развития фиброза легких при ПК угольщика показали, что в его основе может лежать трансдифференцировка эпителиальных клеток в подвижные мезенхимальные [7, 22]. Во время данного процесса происходит потеря эпителиоцитами межклеточных контактов и апико-базальной полярности, реорганизация архитектуры цитоскелета и изменение формы клеток, подавление экспрессии эпителиальных генов и активация генов, ответственных за мезенхимальный фенотип. Клетки приобретают способность к подвижности и инвазии, разрушению белков внеклеточного матрикса за счет экспрессии матриксных металлопротеиназ. Накапливаясь в интерстиции ткани, они способствуют развитию фиброза. Кроме того, данные клетки становятся устойчивыми к старению и апоптозу. Подобно эпителиоцитам, эндотелиальные клетки также могут переходить в мезенхимальный фенотип [22, 58, 59]. «Иницирующими факторами, запускающими данный процесс, являются воспалительные цитокины, включая факторы роста, АФК, гипоксию, механический стресс, компоненты внеклеточного матрикса, в том числе образующиеся при его деградации продукты конечного гликозилирования» [22, 43, 59]. В частности, показано участие факторов роста, которые действуют через рецепторные тирозинкиназы (*RTK*), включая *EGF*, фактор роста фибробластов (*FGF*), фактор роста гепатоцитов (*HGF*) и *VEGF* [58].

В результате проведенного анализа выявлено, что длительное воздействие на организм угольно-породной пыли приводит к активации макрофагального воспаления в дыхательной системе, повышению уровня активных форм кислорода и азота, развитию свободнорадикального окисления, модуляции путей внутриклеточной сигнализации и программируемой гибели клеток. Многочисленными исследованиями отмечена роль воспаления как главного патогенетического фактора пневмокониоза, находящегося в тесной связи с окислительным стрессом и иммунным ответом. Показано, что медиаторы воспаления обеспечивают реализацию врожденного и приобретенного иммунитета, регенерацию и склерозирование поврежденных тканей за счет активации ответственных клеток и влияния на функциональную активность клеток-мишеней. При массивной агрессии пылевого фактора, гиперактивации макрофагов, подавлении антиоксидантных возможностей данные процессы начинают носить деструктивный и повреждающий ткани эффект как в бронхолегочной системе, так и в других органах благодаря системному действию медиаторов воспаления. Отмечена центральная роль эндотелия

в развитии, течении и исходе воспаления, типе ответной реакции организма на него.

Заключение. Проведенный анализ позволит расширить представление о патогенетических основах пневмокониоза работников угольной промышленности для обоснования системного, комплексного подхода к его лечению и профилактике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Vanka KS, Shukla S, Gomez HM, et al. Understanding the pathogenesis of occupational coal and silica dust-associated lung disease. *Eur Respir Rev*. 2022;31(165):210250. doi: 10.1183/16000617.0250-2021
- Liu G, Xu Q, Zhao J, Nie W, Guo Q, Ma G. Research status of pathogenesis of pneumoconiosis and dust control technology in mine – A review. *Appl Sci*. 2021;11(21):10313. doi: 10.3390/app112110313
- Lu D, Song Z, Li S, Yang H, Xu L. Relationship of coal dust composition and coal worker's pneumoconiosis. *Chin J Coal Ind Med*. 2008;11(3):390-393. doi: 10.3969/j.issn.1007-9564.2008.03.065
- Li B, Tan Q, Ma L, Liu S. Study on relationship between coal and rock mineral composition and incidence of pneumoconiosis. *Saf Coal Mines*. 2015;46:67-69. (In Chinese.) doi: 10.13347/j.cnki.mkaq.2015.10.019
- Qi X-M, Luo Y, Song M-Y, et al. Pneumoconiosis: Current status and future prospects. *Chin Med J (Engl)*. 2021;134(8):898-907. doi: 10.1097/CM9.0000000000001461
- Измеров Н.Ф. Актуализация вопросов профессиональной заболеваемости // Здоровоохранение Российской Федерации. 2013. № 2. С. 14–17.
- Бондарев О.И., Бугаева М.С., Казизкая А.С., Филимонов Е.С., Кан С.Л. Аспекты гистогенеза кониотического процесса у работников основных профессий угольной промышленности // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 1. № 7. С. 433–437. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-433-437
- Perret JL, Plush B, Lachapelle P, et al. Coal mine dust lung disease in the modern era. *Respirology*. 2017;22(4):662-670. doi: 10.1111/resp.13034
- Jiang RK, Wang YL, Liu PC. The clinical pathological analysis of 14 autopsy cases of pneumoconiosis. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2013;31(9):697-700. (In Chinese.)
- Jiang R, Liu P, Wang Y. The pathological observation of lung's draining lymph node on 12 autopsy with coal workers. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2014;32(1):61-63. (In Chinese.)
- Weiner J, Barlow L, Sjögren B. Ischemic heart disease mortality among miners and other potentially silica-exposed workers. *Am J Ind Med*. 2007;50(6):403-408. doi: 10.1002/ajim.20466
- Бугаева М.С., Бондарев О.И., Горохова Л.Г., Кизиченко Н.В., Жданова Н.Н. Экспериментальное изучение специфичности развития морфологических изменений внутренних органов при длительном воздействии на организм угольно-породной пыли и фторида натрия // Медицина труда и промышленная экология. 2022. Т. 62. № 5. С. 285–294. doi: 10.31089/1026-9428-2022-62-5-285-294
- Казизкая А.С., Бондарев О.И., Бугаева М.С., Жукова А.Г., Ядыкина Т.К. Морфометрические и генетические исследования механизмов повреждения сердечно-сосудистой системы у шахтеров Кузбасса с пылевой патологией легких // Медицина труда и промышленная экология. 2021. Т. 61. № 9. С. 611–619. doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-9-611-619
- Шкурूपий В.А., Надеев А.П., Карпов М.А. Исследование деструктивных и репаративных процессов в печени при хроническом гранулематозе смешанной (силикотической и туберкулезной) этиологии в эксперименте // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2010. Т. 149. № 6. С. 622–626.
- Steenland K, Rosenman K, Socie E, Valiante D. Silicosis and end-stage renal disease. *Scand J Work Environ Health*. 2002;28(6):439-442. doi: 10.5271/sjweh.696
- Millerick-May ML, Schrauben S, Reilly MJ, Rosenman KD. Silicosis and chronic renal disease. *Am J Ind Med*. 2015;58(7):730-736. doi: 10.1002/ajim.22465
- Riccò M, Thai E, Cella S. Silicosis and renal disease: Insights from a case of IgA nephropathy. *Ind Health*. 2016;54(1):74-78. doi: 10.2486/indhealth.2014-0161
- Ghahramani N. Silica nephropathy. *Int J Occup Environ Med*. 2010;1(3):108-115.
- Величковский Б.Т. Патогенетическая классификация профессиональных заболеваний органов дыхания, вызванных воздействием фиброгенной пыли // Пульмонология. 2008. № 4. С. 93–101. doi: 10.18093/0869-0189-2008-0-4-93-101
- Kania N, Setiawan B, Widjadjanto E, Nurdiana N, Widodo MA, Kusuma HM. Subchronic inhalation of coal dust particulate matter 10 induces bronchoalveolar hyperplasia and decreases MUC5AC expression in male Wistar rats. *Exp Toxicol Pathol*. 2014;66(8):383-389. doi: 10.1016/j.etp.2014.06.001
- Васильева О.С. Пневмокониозы // Русский медицинский журнал. 2010. Т. 18. № 24. С. 1441–1448.
- Huang X. Iron, oxidative stress, and cell signaling in the pathogenesis of coal workers' pneumoconiosis, silicosis, and asbestosis. *Am J Biomed Sci*. 2011;3(3):95-106. doi: 10.5099/aj110200095
- Huang C, Li J, Zhang Q, Huang X. Role of bioavailable iron in coal dust-induced activation of activator protein-1 and nuclear factor of activated T cells: Difference between Pennsylvania and Utah coal dusts. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2002;27(5):568-574. doi: 10.1165/rcmb.4821
- Huang X, Zhang Q. Coal-induced interleukin-6 gene expression is mediated through ERKs and p38 MAPK pathways. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2003;191(1):40-47. doi: 10.1016/s0041-008x(03)00194-7
- van Berlo D, Knaapen AM, van Schooten FJ, Schins RP, Albrecht C. NF-kappaB dependent and independent mechanisms of quartz-induced proinflammatory activation of lung epithelial cells. *Part Fibre Toxicol*. 2010;7:13. doi: 10.1186/1743-8977-7-13
- Langley RJ, Mishra NC, Peña-Philippides JC, et al. Fibrogenic and redox-related but not proinflammatory genes are upregulated in Lewis rat model of chronic silicosis. *J Toxicol Environ Health A*. 2011;74(19):1261-1279. doi: 10.1080/15287394.2011.595669
- Yao S-Q, Rojanasakul LW, Chen Z-Y, et al. Fas/FasL pathway-mediated alveolar macrophage apoptosis involved in human silicosis. *Apoptosis*. 2011;16(12):1195-1204. doi: 10.1007/s10495-011-0647-4
- Величковский Б.Т. Новые представления о патогенезе профессиональных заболеваний легких пылевой этиологии // Пульмонология. 1995. № 1. С. 6–16.
- Zhukova AG, Sazontova TG. Hypoxia inducible factor-1α: Function and biological role. *Hypoxia Medical Journal*. 2005;13(3-4):34-41.
- Жукова А.Г., Жданова Н.Н., Казизкая А.С., Михайлова Н.Н., Сазонтова Т.Г. Органоспецифическая экспрессия защитных белков в условиях пылевого воздействия на организм (экспериментальное исследование) // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 7. С. 750–754. doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-7-750-754

31. Tsan M-F, Gao B. Heat shock proteins and immune system. *J Leukoc Biol.* 2009;85(6):905-910. doi: 10.1189/jlb.0109005
32. De Maio A. Extracellular heat shock proteins, cellular export vesicles, and the Stress Observation System: A form of communication during injury, infection, and cell damage. *Cell Stress Chaperones.* 2011;16(3):235-249. doi: 10.1007/s12192-010-0236-4
33. Wang W, Mu M, Zou Y, et al. Inflammation and fibrosis in the coal dust-exposed lung described by confocal Raman spectroscopy. *PeerJ.* 2022;10:e13632. doi: 10.7717/peerj.13632
34. León-Mejía G, Machado MN, Okuro RT, et al. Intratracheal instillation of coal and coal fly ash particles in mice induces DNA damage and translocation of metals to extrapulmonary tissues. *Sci Total Environ.* 2018;625:589-599. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.283
35. Gangwar RS, Bevan GH, Palanivel R, Das L, Rajagopalan S. Oxidative stress pathways of air pollution mediated toxicity: Recent insights. *Redox Biol.* 2020;34:101545. doi: 10.1016/j.redox.2020.101545
36. Фомина В.С., Кузьмина Л.П. Оценка содержания матричных металлопротеиназ (про-ММП-1, ММП-2,8) и их ингибитора (ТИМП-1) у больных профессиональными заболеваниями легких // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 7. С. 29–33.
37. Chakraborti S, Sarkar J, Pramanik PK, Chakraborti T. Role of proteases in lung disease: A brief overview. In: Chakraborti S, Chakraborti T, Dhalla N, eds. *Proteases in Human Diseases.* Singapore: Springer; 2017:333-374. doi: 10.1007/978-981-10-3162-5_16
38. Lecaille F, Lalmanach G, Andrault PM. Antimicrobial proteins and peptides in human lung diseases: A friend and foe partnership with host proteases. *Biochimie.* 2016;122:151-168. doi: 10.1016/j.biochi.2015.08.014
39. Gulumian M, Borm PJA, Vallyathan V, et al. Mechanistically identified suitable biomarkers of exposure, effect, and susceptibility for silicosis and coal-worker's pneumoconiosis: A comprehensive review. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2006;9(5):357-395. doi: 10.1080/15287390500196537
40. Jin FL, Zhang LX, Chen K, Tian YG, Li JS. Research progress in pathogenesis of pneumoconiosis. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.* 2020;38(12):948-952. doi: 10.3760/cma.j.cn121094-20200219-00064
41. Гусев Е.Ю., Черешнев В.А. Системное воспаление: теоретические и методологические подходы к описанию модели общепатологического процесса. Часть 3. Предпосылки несиндромального подхода // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2013. Т. 57. № 3. С. 3–14.
42. Межирова Н.М., Данилова В.В., Овчаренко С.С. Патологические и диагностические аспекты синдрома системного воспалительного ответа // Медицина неотложных состояний. 2011. № 1-2. С. 34–40.
43. Бугаева М.С. Системные морфологические изменения, ассоциированные с длительностью воздействия на организм угольно-породной пыли (экспериментальные исследования). Дис. ... канд. биол. наук. Москва; 2017. Доступно по: http://www.irioh.ru/doc/dissovet/bugaeva_disser.pdf. Ссылка активна на 2 июля 2023.
44. Hirota JA, Gold MJ, Hiebert PR, et al. The nucleotide-binding domain, leucine-rich repeat protein 3 inflammasome/IL-1 receptor I axis mediates innate, but not adaptive, immune responses after exposure to particulate matter under 10 µm. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2015;52(1):96-105. doi: 10.1165/rcmb.2014-0158OC
45. Hallstrand TS, Hackett TL, Altmeier WA, Matute-Bello G, Hansbro PM, Knight DA. Airway epithelial regulation of pulmonary immune homeostasis and inflammation. *Clin Immunol.* 2014;151(1):1-15. doi: 10.1016/j.clim.2013.12.003
46. Liu G, Cooley MA, Jarnicki AG, et al. Fibulin-1c regulates transforming growth factor-β activation in pulmonary tissue fibrosis. *JCI Insight.* 2019;5(16):e124529. doi: 10.1172/jci.insight.124529
47. Vallyathan V, Goins M, Lapp LN, et al. Changes in bronchoalveolar lavage indices associated with radiographic classification in coal miners. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;162(3 Pt1):958-965. doi: 10.1164/ajrccm.162.3.9909074
48. Morimoto Y, Tanaka I. In vivo studies of man-made mineral fibers – fibrosis-related factors. *Ind Health.* 2001;39(2):106-113. doi: 10.2486/indhealth.39.106
49. Kim CJ, Lee WY, Hong AR, Shin PJ, Yong SJ, Shin KC. Clinical significance of plasma TGF-β1 in coal workers' pneumoconiosis. *Tuberc Respir Dis.* 2001;50(1):76-83. (In Korean.)
50. Yang D, Dai F, Yuan M, et al. Role of transforming growth factor-β1 in regulating fetal-maternal immune tolerance in normal and pathological pregnancy. *Front Immunol.* 2021;12:689181. doi: 10.3389/fimmu.2021.689181
51. Shin PJ, Yong SJ, Shin KC, et al. Clinical significance of serum PDGF-BB and IGF-1 in coal workers' pneumoconiosis. *Tuberc Respir Dis.* 2002;52(4):338-345. (In Korean.) doi: 10.4046/trd.2002.52.4.338
52. Yucesoy B, Johnson VJ, Kissling GE, et al. Genetic susceptibility to progressive massive fibrosis in coal miners. *Eur Respir J.* 2008;31(6):1177-1182. doi: 10.1183/09031936.00075107
53. Hardie WD, Korfhagen TR, Sartor MA, et al. Genomic profile of matrix and vasculature remodeling in TGF-α induced pulmonary fibrosis. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2007;37(3):309-321. doi: 10.1165/rcmb.2006-0455OC
54. Власова Т.И., Петрищев Н.Н., Власов Т.Д. Дисфункция эндотелия как типовое патологическое состояние // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2022. Т. 2. № 2. С. 4–15. doi: 10.24884/1682-6655-2022-21-2-4-15
55. Боташев А.А., Терещенко О.А., Сергиенко В.И., Петросян Э.А. Современные взгляды на патогенетическую взаимосвязь между системным воспалением и иммунной системой при желчном перитоните, осложненном абдоминальным сепсисом // Иммунология. 2013. Т. 34. № 3. С. 164–167.
56. Карабалин С.К., Карабаева Р.Ж., Акынжанова С.К. Формирование эндотелиальной дисфункции у шахтеров // Медицина труда и промышленная экология. 2008. № 2. С. 33–37.
57. Золоева О.С., Чурляев Ю.А., Екимовских А.В., Кан С.Л., Косовских А.А., Данцигер Д.Г. Особенности формирования эндотелиальной дисфункции у шахтеров-подземников // Медицина в Кузбассе. 2012. Т. № 4. С. 26–30.
58. Lamouille S, Xu J, Derynck R. Molecular mechanisms of epithelial-mesenchymal transition. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2014;15(3):178-196. doi: 10.1038/nrm3758
59. Пасечник Д.Г. Роль эпителиально-мезенхимального перехода в генезе хронической болезни почек и почечно-клеточного рака (проблемы и перспективы) // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Медицина. Фармація. 2014. № 6. С. 30–33.

REFERENCES

1. Vanka KS, Shukla S, Gomez HM, et al. Understanding the pathogenesis of occupational coal and silica dust-associated lung disease. *Eur Respir Rev.* 2022;31(165):210250. doi: 10.1183/16000617.0250-2021
2. Liu G, Xu Q, Zhao J, Nie W, Guo Q, Ma G. Research status of pathogenesis of pneumoconiosis and dust control

- technology in mine – A review. *Appl Sci*. 2021;11(21):10313. doi: 10.3390/app112110313
3. Lu D, Song Z, Li S, Yang H, Xu L. Relationship of coal dust composition and coal worker's pneumoconiosis. *Chin J Coal Ind Med*. 2008;11(3):390-393. doi: 10.3969/j.issn.1007-9564.2008.03.065
 4. Li B, Tan Q, Ma L, Liu S. Study on relationship between coal and rock mineral composition and incidence of pneumoconiosis. *Saf Coal Mines*. 2015;46:67-69. (In Chinese.) doi: 10.13347/j.cnki.mkaq.2015.10.019
 5. Qi X-M, Luo Y, Song M-Y, et al. Pneumoconiosis: Current status and future prospects. *Chin Med J (Engl)*. 2021;134(8):898-907. doi: 10.1097/CM9.0000000000001461
 6. Izmerov NF. [Update on occupational morbidity issues.] *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2013;(2):14-17. (In Russ.)
 7. Bondarev OI, Bugaeva MS, Kazitskaya AS, Filimonov ES, Kan SL. Aspects of histogenesis of the coniotic process in workers of the main professions of the coal industry. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(7):433-437. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-433-437
 8. Perret JL, Plush B, Lachapelle P, et al. Coal mine dust lung disease in the modern era. *Respirology*. 2017;22(4):662-670. doi: 10.1111/resp.13034
 9. Jiang RK, Wang YL, Liu PC. The clinical pathological analysis of 14 autopsy cases of pneumoconiosis. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2013;31(9):697-700. (In Chinese.)
 10. Jiang R, Liu P, Wang Y. The pathological observation of lung's draining lymph node on 12 autopsy with coal workers. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2014;32(1):61-63. (In Chinese.)
 11. Weiner J, Barlow L, Sjögren B. Ischemic heart disease mortality among miners and other potentially silica-exposed workers. *Am J Ind Med*. 2007;50(6):403-408. doi: 10.1002/ajim.20466
 12. Bugaeva MS, Bondarev OI, Gorokhova LG, Kizichenko NV, Zhdanova NN. Experimental study of the specificity of morphological changes development in internal organs with prolonged exposure to coal-rock dust and sodium fluoride to the body. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2022;62(5):285-294. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2022-62-5-285-294
 13. Kazitskaya AS, Bondarev OI, Bugaeva MS, Zhukova AG, Yadykina TK. Morphometric and genetic studies of the mechanisms of damage to the cardiovascular system in Kuzbass miners with dust lung pathology. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2021;61(9):611-619. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-9-611-619
 14. Skurupiy VA, Nadeev AP, Karpov MA. Evaluation of destructive and reparative processes in the liver in experimental chronic granulomatosis of mixed (sili-cotic and tuberculous) etiology. *Bull Exp Biol Med*. 2010;149(6):685-688. doi: 10.1007/s10517-010-1024-y
 15. Steenland K, Rosenman K, Socie E, Valiente D. Silicosis and end-stage renal disease. *Scand J Work Environ Health*. 2002;28(6):439-442. doi: 10.5271/sjweh.696
 16. Millerick-May ML, Schrauben S, Reilly MJ, Rosenman KD. Silicosis and chronic renal disease. *Am J Ind Med*. 2015;58(7):730-736. doi: 10.1002/ajim.22465
 17. Riccò M, Thai E, Cella S. Silicosis and renal disease: Insights from a case of IgA nephropathy. *Ind Health*. 2016;54(1):74-78. doi: 10.2486/indhealth.2014-0161
 18. Ghahramani N. Silica nephropathy. *Int J Occup Environ Med*. 2010;1(3):108-115.
 19. Velichkovsky BT. Pathogenic classification of occupational respiratory diseases caused by exposure of fibrogenic dust. *Pulmonologiya*. 2008;(4):93-101. (In Russ.) doi: 10.18093/0869-0189-2008-0-4-93-101
 20. Kania N, Setiawan B, Widjadjanto E, Nurdiana N, Widodo MA, Kusuma HM. Subchronic inhalation of coal dust particulate matter 10 induces bronchoalveolar hyperplasia and decreases MUC5AC expression in male Wistar rats. *Exp Toxicol Pathol*. 2014;66(8):383-389. doi: 10.1016/j.etp.2014.06.001
 21. Vasilyeva OS. [Pneumoconioses]. *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2010;(24):1441-1448. (In Russ.)
 22. Huang X. Iron, oxidative stress, and cell signaling in the pathogenesis of coal workers' pneumoconiosis, silicosis, and asbestosis. *Am J Biomed Sci*. 2011;3(3):95-106. doi: 10.5099/aj110200095
 23. Huang C, Li J, Zhang Q, Huang X. Role of bioavailable iron in coal dust-induced activation of activator prote-in-1 and nuclear factor of activated T cells: Difference between Pennsylvania and Utah coal dusts. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2002;27(5):568-574. doi: 10.1165/rcmb.4821
 24. Huang X, Zhang Q. Coal-induced interleukin-6 gene expression is mediated through ERKs and p38 MAPK pathways. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2003;191(1):40-47. doi: 10.1016/s0041-008x(03)00194-7
 25. van Berlo D, Knaapen AM, van Schooten FJ, Schins RP, Albrecht C. NF-kappaB dependent and independent mechanisms of quartz-induced proinflammatory activation of lung epithelial cells. *Part Fibre Toxicol*. 2010;7:13. doi: 10.1186/1743-8977-7-13
 26. Langley RJ, Mishra NC, Peña-Philippides JC, et al. Fibrogenic and redox-related but not proinflammatory genes are upregulated in Lewis rat model of chronic silicosis. *J Toxicol Environ Health A*. 2011;74(19):1261-1279. doi: 10.1080/15287394.2011.595669
 27. Yao S-Q, Rojanasakul LW, Chen Z-Y, et al. Fas/FasL pathway-mediated alveolar macrophage apoptosis involved in human silicosis. *Apoptosis*. 2011;16(12):1195-1204. doi: 10.1007/s10495-011-0647-4
 28. Velitchkovskiy BT. New supposition about pathogenesis of pulmonary occupational diseases of dust etiology. *Pulmonologiya*. 1995;(1):6-16. (In Russ.)
 29. Zhukova AG, Sazontova TG. Hypoxia inducible factor-1α: Function and biological role. *Hypoxia Medical Journal*. 2005;13(3-4):34-41.
 30. Zhukova AG, Zhdanova NN, Kazitskaya AS, Mikhailova NN, Sazontova TG. Organ-specific expression of protective proteins under the conditions of dust exposure to the body (experimental study). *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(7):750-754. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-7-750-754
 31. Tsan M-F, Gao B. Heat shock proteins and immune system. *J Leukoc Biol*. 2009;85(6):905-910. doi: 10.1189/jlb.0109005
 32. De Maio A. Extracellular heat shock proteins, cellular export vesicles, and the Stress Observation System: A form of communication during injury, infection, and cell damage. *Cell Stress Chaperones*. 2011;16(3):235-249. doi: 10.1007/s12192-010-0236-4
 33. Wang W, Mu M, Zou Y, et al. Inflammation and fibrosis in the coal dust-exposed lung described by confocal Raman spectroscopy. *PeerJ*. 2022;10:e13632. doi: 10.7717/peerj.13632
 34. León-Mejía G, Machado MN, Okuro RT, et al. Intratracheal instillation of coal and coal fly ash particles in mice induces DNA damage and translocation of metals to extrapulmonary tissues. *Sci Total Environ*. 2018;625:589-599. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.283
 35. Gangwar RS, Bevan GH, Palanivel R, Das L, Rajagopalan S. Oxidative stress pathways of air pollution mediated toxicity: Recent insights. *Redox Biol*. 2020;34:101545. doi: 10.1016/j.redox.2020.101545

36. Fomina VS, Kouzmina LP. Evaluation of matrix metalloproteinases (pro-MMP-1, MMP-2,8) and their inhibitor (TIMP-1) contents in patients with occupational lung diseases. *Meditina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2010;(7):29-33. (In Russ.)
37. Chakraborti S, Sarkar J, Pramanik PK, Chakraborti T. Role of proteases in lung disease: A brief overview. In: Chakraborti S, Chakraborti T, Dhalla N, eds. *Proteases in Human Diseases*. Singapore: Springer; 2017:333-374. doi: 10.1007/978-981-10-3162-5_16
38. Lecaille F, Lalmanach G, Andraut PM. Antimicrobial proteins and peptides in human lung diseases: A friend and foe partnership with host proteases. *Biochimie*. 2016;122:151-168. doi: 10.1016/j.biochi.2015.08.014
39. Gulumian M, Borm PJA, Vallyathan V, et al. Mechanistically identified suitable biomarkers of exposure, effect, and susceptibility for silicosis and coal-worker's pneumoconiosis: A comprehensive review. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2006;9(5):357-395. doi: 10.1080/15287390500196537
40. Jin FL, Zhang LX, Chen K, Tian YG, Li JS. Research progress in pathogenesis of pneumoconiosis. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2020;38(12):948-952. doi: 10.3760/cma.j.cn121094-20200219-00064
41. Gusev EYu, Chereshev VA. Systemic inflammation: Theoretical and methodological approaches to description of general pathological process model. Part 3. Background for nonsyndromic approach. *Patologicheskaya Fiziologiya i Eksperimental'naya Terapiya*. 2013;57(3):3-14. (In Russ.)
42. Mezhirova NM, Danilova VV, Ovcharenko SS. [Pathophysiological and diagnostic aspects of the systemic inflammatory response syndrome.] *Meditina Neotlozhnykh Sostoyaniy*. 2011;(1-2):34-40. (In Russ.)
43. Bugaeva MS. [Systemic morphological changes associated with duration of exposure to coal-rock dust (experimental studies).] Candidate of Biological Sciences thesis. Moscow; 2016. (In Russ.) Accessed July 2, 2023. http://www.irioh.ru/doc/dissvet/bugaeva_disser.pdf
44. Hirota JA, Gold MJ, Hiebert PR, et al. The nucleotide-binding domain, leucine-rich repeat protein 3 inflammasome/IL-1 receptor I axis mediates innate, but not adaptive, immune responses after exposure to particulate matter under 10 µm. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2015;52(1):96-105. doi: 10.1165/rcmb.2014-01580C
45. Hallstrand TS, Hackett TL, Altemeier WA, Matute-Bello G, Hansbro PM, Knight DA. Airway epithelial regulation of pulmonary immune homeostasis and inflammation. *Clin Immunol*. 2014;151(1):1-15. doi: 10.1016/j.clim.2013.12.003
46. Liu G, Cooley MA, Jamicki AG, et al. Fibulin-1c regulates transforming growth factor-β activation in pulmonary tissue fibrosis. *JCI Insight*. 2019;5(16):e124529. doi: 10.1172/jci.insight.124529
47. Vallyathan V, Goins M, Lapp LN, et al. Changes in bronchoalveolar lavage indices associated with radiographic classification in coal miners. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;162(3 Pt1):958-965. doi: 10.1164/ajrccm.162.3.9909074
48. Morimoto Y, Tanaka I. In vivo studies of man-made mineral fibers – fibrosis-related factors. *Ind Health*. 2001;39(2):106-113. doi: 10.2486/indhealth.39.106
49. Kim CJ, Lee WY, Hong AR, Shin PJ, Yong SJ, Shin KC. Clinical significance of plasma TGF-β1 in coal workers' pneumoconiosis. *Tuberc Respir Dis*. 2001;50(1):76-83. (In Korean.)
50. Yang D, Dai F, Yuan M, et al. Role of transforming growth factor-β1 in regulating fetal-maternal immune tolerance in normal and pathological pregnancy. *Front Immunol*. 2021;12:689181. doi: 10.3389/fimmu.2021.689181
51. Shin PJ, Yong SJ, Shin KC, et al. Clinical significance of serum PDGF-BB and IGF-1 in coal workers' pneumoconiosis. *Tuberc Respir Dis*. 2002;52(4):338-345. (In Korean.) doi: 10.4046/trd.2002.52.4.338
52. Yucesoy B, Johnson VJ, Kissling GE, et al. Genetic susceptibility to progressive massive fibrosis in coal miners. *Eur Respir J*. 2008;31(6):1177-1182. doi: 10.1183/09031936.00075107
53. Hardie WD, Korfhagen TR, Sartor MA, et al. Genomic profile of matrix and vasculature remodeling in TGF-α-induced pulmonary fibrosis. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2007;37(3):309-321. doi: 10.1165/rcmb.2006-04550C
54. Vlasova TI, Petrishchev NN, Vlasov TD. Endothelial dysfunction as the typical pathological state. *Regionarnoe Krovoobrashchenie i Mikrotsirkulyatsiya*. 2022;21(2):4-15. (In Russ.) doi: 10.24884/1682-6655-2022-21-2-4-15
55. Botashev AA, Tereshchenko OA, Sergienko VI, Petrosyan EA. Modern views on the pathogenetic relationship between systemic inflammation and the immune system with a bile peritonitis, complicated abdominal sepsis. *Immunologiya*. 2013;34(3):164-167. (In Russ.)
56. Karabalin SK, Karabayeva RZh, Akynzhanova SC. Endothelial dysfunction development in miners. *Meditina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2008;(2):33-37. (In Russ.)
57. Zoloeva OS, Churlyayev YuA, Ekimovskikh AV, Kan SL, Kosovskikh AA, Dantsiger DG. Characteristics of endothelial dysfunction in coal miners. *Meditina v Kuzbasse*. 2012;11(4):26-30. (In Russ.)
58. Lamouille S, Xu J, Derynck R. Molecular mechanisms of epithelial-mesenchymal transition. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2014;15(3):178-196. doi: 10.1038/nrm3758
59. Pasechnik DG. The role of epithelial-mesenchymal transition in the genesis of chronic kidney disease and renal cell carcinoma (problems and prospects). *Naukoviy Visnik Mizhnarodnogo Gumanitarnogo Universitetu. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*. 2014;(6):30-33. (In Russ.)

Сведения об авторах:

✉ **Бугаева Мария Сергеевна** – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и экспериментальных исследований ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний»; старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории патологической анатомии Новокузнецкого государственного института усовершенствования врачей – филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: bugms14@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3692-2616>.

Бондарев Олег Иванович – к.м.н., доцент, старший научный сотрудник лаборатории охраны здоровья работающего населения ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний»; заведующий научно-исследовательской лабораторией патологической анатомии, заведующий кафедрой патологической анатомии и судебной медицины Новокузнецкого государственного института усовершенствования врачей – филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: gis.bondarev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821-3100>.

Казичкая Анастасия Сергеевна – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и экспериментальных исследований ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний»; e-mail: anastasiya_kazitskaya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8292-4810>.

Михайлова Надежда Николаевна – д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и экспериментальных исследований ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний»; e-mail: napmih@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1127-6980>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Бугаева М.С., Бондарев О.И., Михайлова Н.Н.*; сбор данных литературы: *Бугаева М.С., Казитская А.С.*; анализ и интерпретация данных литературы, написание текста: *Бугаева М.С.*; редактирование текста: *Михайлова Н.Н.*; подготовка проекта рукописи: *Бугаева М.С., Михайлова Н.Н.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 6.07.23 / Принята к публикации: 09.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

✉ **Maria S. Bugaeva**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Molecular Genetic Testing and Experimental Studies, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases; Senior Researcher, Anatomical Pathology Laboratory, Novokuznetsk State Institute for Post-Graduate Training of Medical Doctors – Branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Russian Ministry of Health; e-mail: bugms14@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3692-2616>.

Oleg I. Bondarev, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Senior Researcher, Laboratory of Health Protection in the Working Population, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases; Head of the Anatomical Pathology Laboratory, Head of the Department of Anatomical Pathology and Forensic Medicine, Novokuznetsk State Institute for Post-Graduate Training of Medical Doctors – Branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Russian Ministry of Health; e-mail: gis.bondarev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821-3100>.

Anastasiya S. Kazitskaya, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Molecular Genetic Testing and Experimental Studies, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases; e-mail: anastasiya_kazitskaya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8292-4810>.

Nadezhda N. Mikhailova, Dr. Sci. (Biol.), Chief Researcher, Laboratory of Molecular Genetic Testing and Experimental Studies, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases; e-mail: napmih@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1127-6980>.

Author contribution: study conception and design: *Bugaeva M.S., Bondarev O.I., Mikhailova N.N.*; bibliography compilation and referencing: *Bugaeva M.S., Kazitskaya A.S.*; analysis and interpretation of literature data: *Bugaeva M.S.*; critical revision: *Mikhailova N.N.*; draft manuscript preparation: *Bugaeva M.S., Mikhailova N.N.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

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

Received: July 6, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: February 29, 2024



К вопросу о базах данных белковых биомаркеров воздействия вредных факторов окружающей среды на организм человека (обзор литературы)

Гиззатуллина О.И., Чемезов А.И.

ФБУН «Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий» Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, г. Екатеринбург, 620014, Российская Федерация

Резюме

Введение. Воздействие вредных химических веществ на организм, в том числе профессионально обусловленное, представляет опасность для здоровья населения. Оно способно привести к оксидативному стрессу, перекисному окислению липидов и модификациям белков. Созданию эффективных профилактических и терапевтических подходов на основании белковых биомаркеров будет способствовать формирование базы данных, связывающей факторы профессиональной экспозиции и влияние вредных веществ на организм.

Цель исследования: провести системный обзор литературных источников для выявления баз данных, содержащих информацию о белковых биомаркерах в организме людей, подверженных влиянию вредных факторов окружающей среды.

Материалы и методы. Осуществлен научный обзор исследований на русском и английском языках с использованием информационных источников eLIBRARY.ru, PubMed, Google Scholar, Scopus, Research Gate за период 2003–2023 гг. Поиск осуществлялся по ключевым словам: база данных, вредное воздействие, биомаркеры, белки, производственная среда, в ходе него была включена доступная информация о существующих базах данных белков – биомаркеров вредного воздействия. Первоначально выявлено 300 статей, из которых после анализа отобрано 40 публикаций, содержащих систематизированные данные исследований, направленных на выявление биомаркеров отрицательного влияния производственной среды на рабочих.

Результаты. Найдено 8 информационных источников, соответствующих критериям поиска. Базы данных разделены на 2 типа по доступности и наличию необходимых сведений. Тип I – включающие результаты исследований влияния производственной среды на содержание биомаркеров (белков) в организме, однако не имеющие свободного доступа. Тип II – с открытым доступом для пользователей, но не содержащие прямой информации о белковых биомаркерах, связанных с профессиональной экспозицией.

Заключение. Найденные базы данных исследований воздействия веществ, имеющих негативное влияние на организм человека, включают информацию о белках или в несистематизированном виде, или в закрытом доступе. Исходя из этого, задача формирования подобных общедоступных информационных источников представляется актуальной.

Ключевые слова: база данных, вредное воздействие, биомаркеры, производственная среда, белки, обзор литературы.

Для цитирования: Гиззатуллина О.И., Чемезов А.И. К вопросу о базах данных белковых биомаркеров воздействия вредных факторов окружающей среды на организм человека (обзор литературы) // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 75–81. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-75-81

On the Databases of Protein Biomarkers of Human Exposure to Environmental Hazards: A Literature Review

Olga I. Gizzatullina, Aleksei I. Chemezov

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers,
30 Popov Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation

Summary

Introduction: Both environmental and occupational exposure to hazardous chemicals is a public health challenge since it can induce oxidative stress, lipid peroxidation, and protein modifications. Creation of a database linking work-related risk factors and adverse human health outcomes based on protein biomarkers will contribute to the development of effective preventive and therapeutic approaches.

Objective: To conduct a systematic review of literature to identify databases containing information about human protein biomarkers of exposure to environmental risk factors.

Materials and methods: We examined Russian and English-language publications containing information about existing protein biomarker databases issued in 2003–2023 and found in Elibary.ru, PubMed, Google Scholar, Scopus, and Research Gate using the following keywords: database, adverse effect, biomarkers, proteins, and occupational environment. Forty of 300 papers initially selected contained systematized data of research aimed at identifying biomarkers of occupational exposures and were therefore chosen for the review.

Results: Eight information sources have been found to match our search criteria. We have established that the databases are divided into two types by availability and accessibility of the information of interest. Type I databases contain research findings related to the impact of occupational exposures on the content of biomarkers (proteins) but have limited access. Type II databases are open to access, but they do not contain direct information about protein biomarkers associated with occupational exposures.

Conclusion: The existing databases either contain unsystematized data on protein biomarkers of adverse human health effects or are closed to access. Thus, the task of creating such publicly available information sources seems relevant.

Keywords: database, adverse effect, biomarkers, occupational environment, proteins, literature review.

Cite as: Gizzatullina OI, Chemezov AI. On the databases of protein biomarkers of human exposure to environmental hazards: A literature review. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):75–81. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-75-81

Введение. Развитие отраслей промышленности неразрывно связано с влиянием вредных факторов на состояние здоровья рабочих. Задачи обеспечения благоприятных условий окружающей среды и поддержания здоровья населения являются одними из самых актуальных. Улучшение условий труда и предотвращение заболеваний, связанных с производственными факторами, имеют ключевое значение в продлении работоспособного возраста населения, так как число смертей и инвалидностей, наступивших вследствие профзаболеваний, выше, чем из-за получения производственных травм [1]. Так, выявление биомаркеров, отражающих факт экспозиции, уровень восприимчивости организма, а также возникновение ответных реакций на воздействие химических веществ (таких как оксидативный стресс, перекисное окисление липидов и модификации белков) вносят значительный вклад в обнаружении заболеваний, связанных с трудовой деятельностью [2]. Их использование позволяет идентифицировать механизм действия химических веществ, а также этиологию и этапы развития заболевания, в том числе при низких дозах [3]. В этом случае создание и использование базы данных (далее – БД), включающей характер деятельности рабочих, наличие или отсутствие профессиональных заболеваний и результаты исследований тканей организма на наличие биомаркеров (таких, как белки), позволят разработать новые подходы к предотвращению патологий.

Цель исследования: провести системный обзор литературных источников для выявления баз данных, содержащих информацию о белковых биомаркерах в организме людей, подверженных влиянию вредных факторов окружающей среды.

Материалы и методы. Осуществлен научный обзор исследований на русском и английском языках с использованием информационных источников eLIBRARY.ru, PubMed, GoogleScholar, Scopus, ResearchGate за период 2003–2023 гг. Поиск осуществлялся по ключевым словам: база данных, вредное воздействие, биомаркеры, белки, производственная среда, в ходе него была включена доступная информация о существующих базах данных, отражающих наличие биомаркеров вредного воздействия. После этого она была разделена на два типа: содержащая сведения о влиянии производственной среды в зависимости от профессии рабочих (тип I); включающая изменения в организме под воздействием химических веществ (тип II). Из первоначально выявленных 300 статей после анализа отобрано 40 публикаций, содержащих систематизированные данные исследований, направленных на выявление биомаркеров отрицательного влияния производственной среды на рабочих. Преимущественно использовались источники, имеющие информацию о химических факторах воздействия, но также учитывались физические.

Результаты. В данном обзоре рассматриваются базы данных, отражающие связь заболеваний с воздействием вредных химических факторов. Критерием отбора выступало наличие информации об отрицательном воздействии и содержании белков

в организме. Найденные базы данных разделены на 2 типа.

В ходе исследования найдено 3 базы данных I типа, систематически отражающие результаты исследований о влиянии производственной среды на содержание биомаркеров (белков) в организмах работников. Также стоит отметить, что в обзор включены БД, относящиеся к различным отраслям промышленности и, следовательно, с различными типами воздействия, в том числе и химическим.

Базы данных I типа

- База данных обследований работников предприятий горнодобывающей промышленности, использованная для построения модели управления профессиональными рисками горнорабочих, предложенной Федеральным научным центром гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, для выявления ранних биомаркеров формирования профессиональной и общей патологии и определения критериев риска развития заболеваний [4].

- Персонализированная база данных работников предприятий порошковой металлургии, созданная в результате реализации программы исследований по оценке факторов риска для рабочих метало-порошковой промышленности, – идея ее создания была выдвинута Федеральным научным центром медико-профилактических технологий управления рисками для здоровья населения г. Перми. Цель создания – обнаружение профессиональных заболеваний, ограничивающих продолжение трудовой деятельности, в условиях влияния вредных факторов производства [5].

- База данных Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний (Казахстан), использованная для создания математической модели развития антракосиликоза у горнорабочих угольной промышленности. В ее основу легли данные истории болезни больных антракосиликозом [6].

В рассмотрение также были включены базы данных с классификацией на основании изолированного влияния химических веществ (тип II), поскольку их воздействие может происходить в результате осуществления производственных процессов.

- CTD – база данных сравнительной токсикогеномики, которая объединяет информацию о связи воздействия химических веществ с изменениями на генетическом и протеомном уровнях [7].

- TPDB – база данных белков – мишеней реактивных метаболитов. Она разработана с целью объединения информации о белках, о том, какие они могут образовывать аддукты и могут ли они быть мишенями для токсинов [8].

- Проект Exposome – это подход к оценке воздействия высокоприоритетных загрязнителей окружающей среды и поиск взаимосвязей между внешним воздействием и изменениями в организмах людей на молекулярном уровне [9].

- PubChem – база данных, содержащая сведения о химических веществах и их биологической активности [10].

- LINCS – база данных, в основе которой лежит создание сетевого понимания механизмов изменений в клетках живых организмов, происходящих при воздействии различных химических веществ [11].

Из всех выявленных баз данных в открытом доступе находятся CTD, Exposome, PubChem, LINCS. Отечественные базы данных находятся в закрытом доступе.

Базы данных I типа

Описанные ниже базы по большей части находятся в стадии разработки и не имеют свободного доступа. В найденных источниках имеются сведения о внесении информации в базы данных, о биомаркерах, в том числе и белковых, с целью ранней диагностики профессиональных заболеваний.

База данных обследований работников предприятий горнодобывающей промышленности

В целях выявления ранних биомаркеров формирования профессиональной и общей патологий, а также определения критериев риска развития заболеваний у рабочих горнодобывающей промышленности была предложена модель управления профессиональными рисками [4]. Апробация проводилась в исследовании при участии 1067 рабочих, результаты содержат данные о показателях: липидного спектра, периферической гемодинамики, ферментативного звена антиоксидантной защиты (супероксиддисмутаза, каталаза, церулоплазмин, эндотелин), проводящей функции нервов. В результате проведения работ выявлены преобладающие факторы, которые обуславливают степень развития заболеваний периферической нервной системы, к ним относятся химические, физические, психологические и физиологические. Определена категория профессионального риска для различных групп рабочих, что требует индивидуального подхода при создании профилактических мероприятий, направленных на совершенствование условий труда.

Персонализированная база данных работников предприятий порошковой металлургии

Федеральным научным центром медико-профилактических технологий управления рисками для здоровья населения г. Перми предложен алгоритм программы исследований, цель которого – обнаружение профессиональных болезней у рабочих металло-порошковой промышленности. Он включает: проведение клинических осмотров, лабораторные и функциональные исследования, исследования на факт возможных ответов организма на отрицательные воздействия (донозологические сдвиги) [5]. Алгоритм был протестирован на предприятии порошковой металлургии. В процессе проведения испытаний создана персонализированная база, в которую внесена информация по 281 работающему, включающая индивидуальные факторы риска и результаты обследований. Данные распределены по категориям: профессиональные и социальные факторы, характеристика питания, результаты клинического осмотра и лабораторных исследований (общий, биохимический и иммунологический анализ крови, биохимический анализ мочи, анализ биосред на содержание химических соединений). При этом учитывалось то, что на различных производственных стадиях, включающих получение порошка, формирование, спекание и окончательная обработка заготовок – присутствует уникальный набор вредных факторов. Как следствие, рабочие подвержены разному воздействию, харак-

терному для их специализации [12]. Рассмотрены изменения в анализах крови, связанные с влиянием вредных факторов производственной среды, одной из профессий данной отрасли (паяльщик). Установлено, что воздействие толуола и ксилола приводило к снижению уровня гемоглобина в крови; действие ацетона сопровождалось снижением уровня альбуминов и повышением уровня α -, β - и γ -глобулинов в сыворотке крови [5].

База данных Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний

Для составления математической модели развития антракосиликоза проведен анализ 696 историй болезни горнорабочих угольной промышленности, проходивших лечение в условиях стационара терапевтического отделения Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний с 1994 по 2008 год [6]. Данное исследование можно считать актуальным, поскольку частота хронических заболеваний легких является показателем состояния окружающей среды и социально-экономического развития [13]. В исследовании принимали участие три группы больных антракосиликозом, в том числе осложненным бронхитом, в возрасте от 30 до 60 лет, со стажем работы во вредных условиях труда от 4 до 35 лет. Модель включала следующие параметры: дата установления диагноза; стадия заболевания; наличие эмфиземы; дыхательная недостаточность первой степени; форсированная жизненная емкость легких; данные лабораторных исследований, включающие белковые показатели [6].

Базы данных II типа

В свою очередь базы данных CTD, exposome, PubChem, LINCS имеют открытый доступ для пользователей, но не содержат прямой информации о белковых биомаркерах, связанных с профессиональной экспозицией. Сильная сторона этих хранилищ состоит в предоставляемых ссылках на первоисточники, в которых имеется информация об исследованиях, в том числе о влиянии производственной среды на рабочих и о белках в их организмах. Недостатком данного типа баз данных, с точки зрения имеющих критериев отбора, является отсутствие акцента на производственных факторах вредного воздействия.

База данных сравнительной токсикогеномики (CTD)

База данных сравнительной токсикогеномики объединяет информацию о взаимодействии между химическими веществами и изменениями экспрессии генов белков, связывая ее с функциональными данными о патогенезе, которые впоследствии становятся основой гипотез механизмов возникновения патологий, вызванных негативным воздействием окружающей среды [14–16]. Информация для составления БД отбирается из научной литературы, анализируется и систематизируется. Стоит отметить, что пользователям доступны первоисточники оригинальных публикаций, благодаря чему не возникает препятствий к получению исходных данных [17].

Научную литературу, с помощью которой составлена CTD, разделяют на группы, посвященные:

1) химическим взаимодействиям между генами и белками;

2) взаимосвязи химических веществ и заболеваний;

3) взаимосвязи генов, белков и заболеваний [18].

Данные систематизируются с использованием словарей и онтологий для химических веществ, генов или белков, заболеваний, молекулярных взаимодействий и организмов [19]. В CTD входят: токсикогеномные данные позвоночных и беспозвоночных, включая 124 000 химических веществ, 2,6 миллиона последовательностей генов и белков и связанную с ними генную онтологию, 128 000 таксонов и 6300 болезней человека [7, 20]. Таким образом, CTD способствует пониманию значимости консервативных последовательностей ДНК – генетической основы переменной чувствительности к агентам окружающей среды [21].

База данных белков-мишеней реактивных метаболитов (TPDB)

К данной базе в настоящее время нет доступа. В 2020 году отмечалось снижение ее востребованности. По имеющимся литературным данным, есть сведения о том, что она была создана для понимания того, какие белки образуют аддукты и могут ли некоторые из них выступать общими мишенями нескольких токсинов [22]. Негативные эффекты органических соединений могут быть обусловлены их биотрансформацией в химически активные метаболиты, которые ковалентно связываются с клеточными белками, что нарушает их структуру и функции [8]. TPDB содержала информацию о: токсикантах и тканях, подверженных поражению ими; идентифицированных целевых белках; примечаниях об используемых методах разделения и идентификации [23].

Проект Exposome

Главной целью проекта Exposome является разработка базы данных, посвященной биомаркерам воздействия факторов риска заболеваний, связанных с влиянием окружающей среды [9]. Также база данных создана для поиска взаимосвязей между внешним антропогенным воздействием и профилями молекулярных особенностей у одного человека [24]. Данная работа проводится для нахождения взаимосвязей между заболеванием и вредными воздействиями окружающей среды на человека и оценки влияния на следующие поколения [25]. Ее цель – предоставить данные по всем известным биомаркерам воздействия: загрязняющим веществам и контаминантам, измеренным в популяционных исследованиях, которые представлены в научных публикациях [26, 27].

База данных PubChem

База данных содержит сведения о химических веществах и их биологической активности [28–31]. По большинству включенных в базу соединений предоставляется вся известная на данный момент информация об их химических и физических свойствах, токсичности и воздействии на организм человека, а также о молекулярных мишенях [10]. Данные сведения позволяют находить связь между вредным веществом и его влиянием на организм [32]. Источниками информации являются: государственные организации; научно-исследовательские

лаборатории; фармацевтические компании; издательства в сфере научной публикации; химико-биологические ресурсы, а также уже существующие базы данных [33, 34].

База данных LINCS

Направленность БД LINCS – изучение взаимосвязи процессов в клетках живых организмов, расширение информационной базы о клеточных реакциях тканей на химические, генетические изменения и изменения микросреды [35–38]. Она включает сведения как о различных типах клеток в целом, так и в частности о малых молекулах, генах, белках, пептидах, антителах [11]. Консорциум LINCS собирает данные с помощью различных способов, включающих мультиомиксные подходы (протеомика, транскриптомика, эпигеномика), визуализацию и анализ микрочипов микроокружения (MEMA), платформу для оценки эффекта комбинирования факторов микроокружения (например, факторы роста, белки внеклеточного матрикса) на определенные биологические конечные точки (пролиферация, дифференцировка, повреждение ДНК и старение) [39]. Веб-сайт и портал данных LINCS содержат ссылки на источники информации и программное обеспечение, которое может быть использовано для анализа данных [40].

Обсуждение. Изучение доступной информации показало, что основой для классификации существующих баз данных является или единичный фактор, или их совокупность, относящаяся к профессиональной деятельности. Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки.

Для БД, аккумулирующих информацию об эффектах воздействия единичных веществ, преимуществом является большой объем и доступность информации, источником которой являются оригинальные исследования. Однако данный подход не совсем точно отражает критерии, в соответствии с которыми проводилось исследование, так как целью было рассмотрение совокупности факторов химического воздействия.

Оценка изменений показателей состояния здоровья на основании изучения влияния профессионального воздействия учитывает возможные эффекты комбинированного воздействия, однако при оценке условий труда учитывается лишь часть наиболее значимых факторов. Однако вариации совокупности реальных факторов вследствие совершенствования технологических процессов либо по другим возможным причинам приведут к изменениям характеристического паттерна факторов профессии и отклика организма на него.

Важнейший критерий ценности БД – доступность сведений, содержащихся в ней. Большинство информационных источников, систематизирующих эффекты воздействия на основании единичных веществ, находятся в открытом доступе, а также содержат ссылки на первоисточники, что дает возможность извлечь дополнительные сведения, полученные в оригинальных исследованиях (CTD, TPDB, Exposome, PubChem, LINCS) [7–11]. Найденные закрытые БД (База данных обследований работников предприятий горнодобывающей промышленности,

Персонализированная база данных работников предприятий порошковой металлургии, База данных Национального центра гигиены труда и профессиональных заболеваний) содержат информацию, полученную в результате исследований авторов баз, причем большинство таких агрегаторов проводят систематизацию данных на основании профессии, что затрудняет исследования по оценке влияния факторов таковой на здоровье рабочих разными научными группами [4–6].

В найденных базах данных сведения о веществах-биомаркерах белковой природы присутствуют в ограниченном объеме. По-видимому, это обусловлено трудоемкостью и дороговизной проведения подобных исследований в скрининговом формате. Показатели, включающие исследование содержания веществ белковой природы, представляли собой общепринятые: общий белок, гемоглобин, фибриноген, альбумины, α -, β - и γ -глобулины [5]. Базы данных исключительно белковых биомаркеров на момент написания статьи обнаружить не удалось.

Заключение. Таким образом, данный анализ показывает, что существующие базы данных отражают информацию о воздействии вредных факторов производственной среды на здоровье людей, однако сведения о белковых биомаркерах такого воздействия представлены в ограниченном объеме. Лишь три из восьми описанных выше БД представляют сведения о связи профессионального воздействия с содержанием белков, находящиеся в ограниченном доступе. Оставшиеся пять баз собирают информацию из научных публикаций по единичным факторам окружающей среды. Вследствие этого на сегодня отсутствует удобный общедоступный информационный канал, предоставляющий доступ к материалам исследований профессиональных рисков в зависимости от рода деятельности рабочих, с подробными описаниями историй болезни и результатами анализов по выявлению биомаркеров, в качестве которых будут выступать белки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мясегутова Л.М., Абдрахманова Е.Р., Габдулвалеева Э.Ф., Перминова В.А. Риск формирования профессиональной, производственно-обусловленной и общесоматической патологии у работников металлургических производств // Вестник Авиценны. 2021. Т. 23. № 2. С. 280–290. doi: 10.25005/2074-0581-2021-23-2-280-290
2. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З., Алексеев В.Б., Лебедева-Несевря Н.А. Практика оценки и управления рисками здоровью на базе новых методов и подходов // Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития. Пермь: Изд-во Пермск. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. С. 625–711.
3. Schulte PA, Hauser JE. The use of biomarkers in occupational health research, practice, and policy. *Toxicol Lett.* 2012;213(1):91–99. doi: 10.1016/j.toxlet.2011.03.027
4. Жеглова А.В. Персонализированный профессиональный риск у работников горнодобывающих предприятий. Здоровье и безопасность на рабочем месте: Материалы III Международной научно-практической конференции, Новополюцк-Полоцк, Беларусь, 15–17 мая 2019 года / Под редакцией Бухтияров И.В., Рыбина Т.М. Новополюцк-Полоцк, Беларусь: Федеральное бюджетное научное учреждение «научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», 2019. С. 113–117.
5. Зайцева Н.В., Шур П.З., Костарев В.Г., Клименко А.Р., Пузиков Ю.Г., Болотова Е.И. Обоснование программы исследований по оценке факторов риска на предприятии порошковой металлургии // Вестник ПГУ. Биология. 2010. № 2. С. 50–56.
6. Ажиметова Г.Н., Койгельдинова Ш.С. Прогнозирование сроков развития антракосиликоза у горнорабочих угольной промышленности // Медицина и экология. 2010. № 2 (55). С. 46–49.
7. Davis AP, Murphy CG, Rosenstein MC, Wiegiers TC, Mattingly CJ. The Comparative Toxicogenomics Database facilitates identification and understanding of chemical–gene–disease associations: Arsenic as a case study. *BMC Med Genomics.* 2008;1:48. doi: 10.1186/1755-8794-1-48
8. Hanzlik RP, Koen YM, Theertham B, Dong Y, Fang J. The reactive metabolite target protein database (TPDB) – a web-accessible resource. *BMC Bioinformatics.* 2007;8:95. doi: 10.1186/1471-2105-8-95
9. Lamurias A, Jesus S, Neveu V, Salek RM, Couto FM. Information retrieval using machine learning for biomarker curation in the Exposome–Explorer. *Front Res Metr Anal.* 2021;6:689264. doi: 10.3389/frma.2021.689264
10. Kim S. Public chemical databases. In: Ranganathan S, Gribskov M, Nakai K, Schönbach C. *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology.* Academic Press; 2019;2:628–639. doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.20192-1
11. Pawar G, Madden JC, Ebbrell D, Firman JW, Cronin MTD. *In silico* toxicology data resources to support read-across and (Q)SAR. *Front Pharmacol.* 2019;10:561. doi: 10.3389/fphar.2019.00561
12. Зайцева Н.В., Шур П.З., Клименко А.Р., Устинова О.Ю., Лебедева-Несевря Н.А., Костарев В.Г. Гигиеническая оценка факторов риска на производствах порошковой металлургии // Медицина труда и промышленная экология. 2011. № 11. С. 16–20.
13. Кыткова О.Ю., Гвозденко Т.А., Антонюк М.В. Современные аспекты распространенности хронических бронхолегочных заболеваний // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2017. № 64. С. 94–100.
14. Davis AP, Grondin CJ, Johnson RJ, et al. Comparative Toxicogenomics Database (CTD): Update 2021. *Nucleic Acids Res.* 2021;49(D1):D1138–D1143. doi: 10.1093/nar/gkaa891
15. Mattingly CJ. Chemical databases for environmental health and clinical research. *Toxicol Lett.* 2009;186(1):62–65. doi: 10.1016/j.toxlet.2008.10.003
16. Cai Y, Rosen Vollmar AK, Johnson CH. Analyzing metabolomics data for environmental health and exposome research. *Methods Mol Biol.* 2020;2104:447–467. doi: 10.1007/978-1-0716-0239-3_22
17. Davis AP, Wiegiers TC, Johnson RJ, Sciaky D, Wiegiers J, Mattingly CJ. Comparative Toxicogenomics Database (CTD): Update 2023. *Nucleic Acids Res.* 2023;51(D1):D1257–D1262. doi: 10.1093/nar/gkac833
18. Mattingly CJ, Colby GT, Rosenstein MC, Forrest JN Jr, Boyer JL. Promoting comparative molecular studies in environmental health research: An overview of the Comparative Toxicogenomics Database (CTD). *Pharmacogenomics J.* 2004;4(1):5–8. doi: 10.1038/sj.tpj.6500225
19. Mattingly CJ, Rosenstein MC, Colby GT, Forrest JN Jr, Boyer JL. The Comparative Toxicogenomics Database (CTD): A resource for comparative toxicological studies. *J Exp Zool A Comp Exp Biol.* 2006;305(9):689–692. doi: 10.1002/jez.a.307
20. Wiegiers TC, Davis AP, Cohen KB, Hirschman L, Mattingly CJ. Text mining and manual curation of chemical–gene–disease networks for the Comparative Toxicogenomics Database (CTD). *BMC Bioinformatics.* 2009;10:326. doi: 10.1186/1471-2105-10-326
21. Mattingly CJ, Colby GT, Forrest JN, Boyer JL. The Comparative Toxicogenomics Database (CTD). *Environ Health Perspect.* 2003;111(6):793–795. doi: 10.1289/ehp.6028

22. Hanzlik RP, Koen YM, Garrett MJ. The reactive metabolite target protein database archive. *Medicinal Chemistry Scholarly Works*. 2020. Accessed February 21, 2024. <https://kuscholarworks.ku.edu/handle/1808/30592>
23. Hanzlik RP, Fang J, Koen YM. Filling and mining the reactive metabolite target protein database. *Chem Biol Interact*. 2009;179(1):38-44. doi: 10.1016/j.cbi.2008.08.016
24. Zhao F, Li L, Chen Y, et al. Risk-based chemical ranking and generating a prioritized human exposome database. *Environ Health Perspect*. 2021;129(4):47014. doi: 10.1289/EHP7722
25. International Agency for Research on Cancer/World Health Organization. What is Exposome-Explorer? Accessed June 2, 2023. <http://exposome-explorer.iarc.fr/about>
26. Neveu V, Nicolas G, Salek RM, Wishart DS, Scalbert A. Exposome-Explorer 2.0: An update incorporating candidate dietary biomarkers and dietary associations with cancer risk. *Nucleic Acids Res*. 2020;48(D1):D908-D912. doi: 10.1093/nar/gkz1009
27. Neveu V, Moussy A, Rouaix H, et al. Exposome-Explorer: A manually-curated database on biomarkers of exposure to dietary and environmental factors. *Nucleic Acids Res*. 2017;45(D1):D979-D984. doi: 10.1093/nar/gkw980
28. Wang Y, Xiao J, Suzek TO, Zhang J, Wang J, Bryant SH. PubChem: A public information system for analyzing bioactivities of small molecules. *Nucleic Acids Res*. 2009;37(Web Server issue):W623-33. doi: 10.1093/nar/gkp456
29. Wang Y, Bolton E, Dracheva S, et al. An overview of the PubChem BioAssay resource. *Nucleic Acids Res*. 2010;38(Database issue):D255-66. doi: 10.1093/nar/gkp965
30. Kim S, Chen J, Cheng T, et al. PubChem 2023 update. *Nucleic Acids Res*. 2023;51(D1):D1373-D1380. doi: 10.1093/nar/gkac956
31. Li Q, Cheng T, Wang Y, Bryant SH. PubChem as a public resource for drug discovery. *Drug Discov Today*. 2010;15(23-24):1052-1057. doi: 10.1016/j.drudis.2010.10.003
32. National Library of Medicine. About PubChem. Accessed June 2, 2023. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/docs/about>
33. Kim S, Thiessen PA, Bolton EE, et al. PubChem substance and compound databases. *Nucleic Acids Res*. 2016;44(D1):D1202-D1213. doi: 10.1093/nar/gkv951
34. Kim S, Chen J, Cheng T, et al. PubChem in 2021: New data content and improved web interfaces. *Nucleic Acids Res*. 2021;49(D1):D1388-D1395. doi: 10.1093/nar/gkaa971
35. Musa A, Tripathi S, Dehmer M, Emmert-Streib F. L1000 Viewer: A search engine and web interface for the LINCS data repository. *Front Genet*. 2019;10:557. doi: 10.3389/fgene.2019.00557
36. Xie Z, Kropiwnicki E, Wojciechowicz ML, et al. Getting started with LINCS datasets and tools. *Curr Protoc*. 2022;2(7):e487. doi: 10.1002/cpz1.487
37. Cheng L, Li L. Systematic quality control analysis of LINCS data. *CPT Pharmacometrics Syst Pharmacol*. 2016;5(11):588-598. doi: 10.1002/psp4.12107
38. Stathias V, Turner J, Koletti A, et al. LINCS Data Portal 2.0: Next generation access point for perturbation-response signatures. *Nucleic Acids Res*. 2020;48(D1):D431-D439. doi: 10.1093/nar/gkz1023
39. Koletti A, Terryn R, Stathias V, et al. Data portal for the Library of Integrated Network-based Cellular Signatures (LINCS) program: Integrated access to diverse large-scale cellular perturbation response data. *Nucleic Acids Res*. 2018;46(D1):D558-D566. doi: 10.1093/nar/gkx1063
40. Vempati UD, Chung C, Mader C, et al. Metadata standard and data exchange specifications to describe, model, and integrate complex and diverse high-throughput screening data from the Library of Integrated Network-based Cellular Signatures (LINCS). *J Biomol Screen*. 2014;19(5):803-816. doi: 10.1177/1087057114522514

REFERENCES

1. Masyagutova LM, Abdrakhmanova ER, Gabdulvaleeva EF, Perminova VA. Risk of occupational, work-related, and somatic morbidity among metallurgical industries workers. *Vestnik Avitsenny*. 2021;23(2):280-290. doi: 10.25005/2074-0581-2021-23-2-280-290
2. Zaitseva NV, May IV, Shur PZ, Alekseev VB, Lebedeva-Nesevrya NA. [Practice of health risk assessment and management based on new methods and approaches.] In: *Health Risk Analysis in the Strategy of State Socio-Economic Development*. Perm: Perm National Research Polytechnic University; 2014: 625-711. (In Russ.)
3. Schulte PA, Hauser JE. The use of biomarkers in occupational health research, practice, and policy. *Toxicol Lett*. 2012;213(1):91-99. doi: 10.1016/j.toxlet.2011.03.027
4. Zheglova AV. Personified occupational risk for employees of mining enterprises. In: Bukhtiyarov IV, Rybina TM, eds. *Health and Safety at the Workplace: Proceedings of the III International Scientific Forum, Novopolotsk-Polotsk, Belarus, May 15-17, 2019*. Novopolotsk-Polotsk, Belarus: Polycraft LLC; 2019;1(3):113-117. (In Russ.) doi: 10.31089/978-985-7153-76-3-2019-1-3-113-117
5. Zaitseva NV, Shur PZ, Kostarev VG, Klimenko AR, Puzikov YuG, Bolotova EI. Substantiation of a research programme for powder metallurgy risk factor assessment. *Vestnik Permskogo Universiteta. Series: Biology*. 2010;(2):50-56. (In Russ.)
6. Azhimetova GN, Koigeldinova SS. Prediction of anthraco-silicosis development terms at miners of coal industry. *Meditcina i Ekologiya*. 2010;(2(55)):46-49. (In Russ.)
7. Davis AP, Murphy CG, Rosenstein MC, Wiegerts TC, Mattingly CJ. The Comparative Toxicogenomics Database facilitates identification and understanding of chemical-gene-disease associations: Arsenic as a case study. *BMC Med Genomics*. 2008;1:48. doi: 10.1186/1755-8794-1-48
8. Hanzlik RP, Koen YM, Theertham B, Dong Y, Fang J. The reactive metabolite target protein database (TPDB) – a web-accessible resource. *BMC Bioinformatics*. 2007;8:95. doi: 10.1186/1471-2105-8-95
9. Lamurias A, Jesus S, Neveu V, Salek RM, Couto FM. Information retrieval using machine learning for biomarker curation in the Exposome-Explorer. *Front Res Metr Anal*. 2021;6:689264. doi: 10.3389/frma.2021.689264
10. Kim S. Public chemical databases. In: Ranganathan S, Gribskov M, Nakai K, Schönbach C. *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology*. Academic Press; 2019;2:628-639. doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.20192-1
11. Pawar G, Madden JC, Ebbrell D, Firman JW, Cronin MTD. In silico toxicology data resources to support read-across and (Q)SAR. *Front Pharmacol*. 2019;10:561. doi: 10.3389/fphar.2019.00561
12. Zaitseva NV, Shur PZ, Klimenko AR, Ustinova OYu, Lebedeva-Nesevria NA, Kostarev VG. Hygienic evaluation of risk factors on powder metallurgy production. *Meditcina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2011;(11):16-20. (In Russ.)
13. Kytikova OYu, Gvozdenko TA, Antonyuk MV. Modern aspects of prevalence of chronic bronchopulmonary diseases. *Byulleten' Fiziologii i Patologii Dykhaniya*. 2017;(64):94-100. (In Russ.) doi: 10.12737/article_5936346dfc1f3.32482903
14. Davis AP, Grondin CJ, Johnson RJ, et al. Comparative Toxicogenomics Database (CTD): Update 2021. *Nucleic Acids Res*. 2021;49(D1):D1138-D1143. doi: 10.1093/nar/gkaa891
15. Mattingly CJ. Chemical databases for environmental health and clinical research. *Toxicol Lett*. 2009;186(1):62-65. doi: 10.1016/j.toxlet.2008.10.003
16. Cai Y, Rosen Vollmar AK, Johnson CH. Analyzing metabolomics data for environmental health and exposome research. *Methods Mol Biol*. 2020;2104:447-467. doi: 10.1007/978-1-0716-0239-3_22

17. Davis AP, Wiegiers TC, Johnson RJ, Sciaky D, Wiegiers J, Mattingly CJ. Comparative Toxicogenomics Database (CTD): Update 2023. *Nucleic Acids Res.* 2023;51(D1):D1257–D1262. doi: 10.1093/nar/gkac833
18. Mattingly CJ, Colby GT, Rosenstein MC, Forrest JN Jr, Boyer JL. Promoting comparative molecular studies in environmental health research: An overview of the Comparative Toxicogenomics Database (CTD). *Pharmacogenomics J.* 2004;4(1):5–8. doi: 10.1038/sj.tpj.6500225
19. Mattingly CJ, Rosenstein MC, Colby GT, Forrest JN Jr, Boyer JL. The Comparative Toxicogenomics Database (CTD): A resource for comparative toxicological studies. *J Exp Zool A Comp Exp Biol.* 2006;305(9):689–692. doi: 10.1002/jez.a.307
20. Wiegiers TC, Davis AP, Cohen KB, Hirschman L, Mattingly CJ. Text mining and manual curation of chemical-gene-disease networks for the Comparative Toxicogenomics Database (CTD). *BMC Bioinformatics.* 2009;10:326. doi: 10.1186/1471-2105-10-326
21. Mattingly CJ, Colby GT, Forrest JN, Boyer JL. The Comparative Toxicogenomics Database (CTD). *Environ Health Perspect.* 2003;111(6):793–795. doi: 10.1289/ehp.6028
22. Hanzlik RP, Koen YM, Garrett MJ. The reactive metabolite target protein database archive. *Medicinal Chemistry Scholarly Works.* 2020. Accessed February 21, 2024. <https://kuscholarworks.ku.edu/handle/1808/30592>
23. Hanzlik RP, Fang J, Koen YM. Filling and mining the reactive metabolite target protein database. *Chem Biol Interact.* 2009;179(1):38–44. doi: 10.1016/j.cbi.2008.08.016
24. Zhao F, Li L, Chen Y, et al. Risk-based chemical ranking and generating a prioritized human exposome database. *Environ Health Perspect.* 2021;129(4):47014. doi: 10.1289/EHP7722
25. International Agency for Research on Cancer/World Health Organization. What is Exposome-Explorer? Accessed June 2, 2023. <http://exposome-explorer.iarc.fr/about>
26. Neveu V, Nicolas G, Salek RM, Wishart DS, Scalbert A. Exposome-Explorer 2.0: An update incorporating candidate dietary biomarkers and dietary associations with cancer risk. *Nucleic Acids Res.* 2020;48(D1):D908–D912. doi: 10.1093/nar/gkz1009
27. Neveu V, Moussy A, Rouaix H, et al. Exposome-Explorer: A manually-curated database on biomarkers of exposure to dietary and environmental factors. *Nucleic Acids Res.* 2017;45(D1):D979–D984. doi: 10.1093/nar/gkw980
28. Wang Y, Xiao J, Suzek TO, Zhang J, Wang J, Bryant SH. PubChem: A public information system for analyzing bioactivities of small molecules. *Nucleic Acids Res.* 2009;37(Web Server issue):W623–33. doi: 10.1093/nar/gkp456
29. Wang Y, Bolton E, Dracheva S, et al. An overview of the PubChem BioAssay resource. *Nucleic Acids Res.* 2010;38(Database issue):D255–66. doi: 10.1093/nar/gkp965
30. Kim S, Chen J, Cheng T, et al. PubChem 2023 update. *Nucleic Acids Res.* 2023;51(D1):D1373–D1380. doi: 10.1093/nar/gkac956
31. Li Q, Cheng T, Wang Y, Bryant SH. PubChem as a public resource for drug discovery. *Drug Discov Today.* 2010;15(23–24):1052–1057. doi: 10.1016/j.drudis.2010.10.003
32. National Library of Medicine. About PubChem. Accessed June 2, 2023. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/docs/about>
33. Kim S, Thiessen PA, Bolton EE, et al. PubChem substance and compound databases. *Nucleic Acids Res.* 2016;44(D1):D1202–D1213. doi: 10.1093/nar/gkv951
34. Kim S, Chen J, Cheng T, et al. PubChem in 2021: New data content and improved web interfaces. *Nucleic Acids Res.* 2021;49(D1):D1388–D1395. doi: 10.1093/nar/gkaa971
35. Musa A, Tripathi S, Dehmer M, Emmert-Streib F. L1000 Viewer: A search engine and web interface for the LINCS data repository. *Front Genet.* 2019;10:557. doi: 10.3389/fgene.2019.00557
36. Xie Z, Kropiwnicki E, Wojciechowicz ML, et al. Getting started with LINCS datasets and tools. *Curr Protoc.* 2022;2(7):e487. doi: 10.1002/cpz1.487
37. Cheng L, Li L. Systematic quality control analysis of LINCS data. *CPT Pharmacometrics Syst Pharmacol.* 2016;5(11):588–598. doi: 10.1002/psp4.12107
38. Stathias V, Turner J, Koletti A, et al. LINCS Data Portal 2.0: Next generation access point for perturbation–response signatures. *Nucleic Acids Res.* 2020;48(D1):D431–D439. doi: 10.1093/nar/gkz1023
39. Koletti A, Terry R, Stathias V, et al. Data portal for the Library of Integrated Network-based Cellular Signatures (LINCS) program: Integrated access to diverse large-scale cellular perturbation response data. *Nucleic Acids Res.* 2018;46(D1):D558–D566. doi: 10.1093/nar/gkx1063
40. Vempati UD, Chung C, Mader C, et al. Metadata standard and data exchange specifications to describe, model, and integrate complex and diverse high-throughput screening data from the Library of Integrated Network-based Cellular Signatures (LINCS). *J Biomol Screen.* 2014;19(5):803–816. doi: 10.1177/1087057114522514

Сведения об авторах:

Гиззатуллина Ольга Ирековна – лаборант-исследователь отдела молекулярной биологии и электронной микроскопии; e-mail: gizzatullinaoi@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7807-2139>.

✉ **Чемезов** Алексей Игоревич – научный сотрудник отдела молекулярной биологии и электронной микроскопии; e-mail: chemezov@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6167-7347>.

Информация о вкладе авторов: обзор литературы и обработка данных, подготовка проекта рукописи: *Гиззатуллина О.И.*; концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта рукописи: *Чемезов А.И.* Оба автора ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 24.08.23 / Принята к публикации: 09.02.24 / Опубликовано: 29.02.24

Author information:

Olga I. Gizzatullina, Research Laboratory Assistant, Department of Molecular Biology and Electron Microscopy; e-mail: gizzatullinaoi@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7807-2139>.

✉ **Aleksei I. Chemezov**, Researcher, Department of Molecular Biology and Electron Microscopy; e-mail: chemezov@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6167-7347>.

Author contributions: data collection and processing, draft manuscript preparation: *Gizzatullina O.I.*; study conception and design, critical revision: *Chemezov A.I.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

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

Received: August 24, 2023 / Accepted: February 9, 2024 / Published: February 29, 2024

Знаменательные и юбилейные даты истории медицины 2024 года¹**Персоналии**

19 января 2024 года 125 лет со дня рождения **Аркадия Михайловича Меркова** (1899–1971, род. в г. Новосиле Тульской губернии) – российского социал-гигиениста и санитарного статистика, профессора. В 1955–1963 гг. заведовал отделением статистики здоровья населения в Научно-исследовательском институте социальной гигиены и организации здравоохранения им. Н.А. Семашко (ныне Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко РАМН). Труды посвящены вопросам теории, методики и истории санитарной статистики, демографической статистике, статистике заболеваемости, статистике здравоохранения, социальной гигиене и организации здравоохранения. Зачинатель и организатор отечественной онкологической статистики. Разработал принципы выборочного метода изучения общей заболеваемости населения.

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.

30 января 2024 года 125 лет со дня рождения **Макса Тейлера** (M. Theiler, 1899–1972, род. в г. Претории, ЮАР) – американского врача и бактериолога. Изучал этиологию амёбной дизентерии, лептоспирозов, японского энцефалита, энцефаломиелита мышей, или болезни Тейлера, и др. Вместе с коллегами им в 1936 г. разработана более эффективная, чем применявшаяся ранее, вакцина для предохранения от заболевания желтой лихорадкой. С 1937 г. в течение многих лет она широко применялась для борьбы с желтой лихорадкой. За открытия, связанные с желтой лихорадкой, и борьбу с ней в 1951 г. был удостоен Нобелевской премии.

Соч. и лит.: см. БСЭ. – 3-е изд.; Лауреаты Нобелевской премии: Энциклопедия: М–Я. М., 1992.

4 февраля 2024 года 125 лет со дня рождения **Григория Васильевича Выгодчикова** (1899–1982, род. в Москве) – российского микробиолога и иммунолога, академика АМН СССР. С 1958 г. возглавлял отдел раневых инфекций и лабораторию микробиологии и иммунологии стафилококковых инфекций в Научно-исследовательском институте эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи. Научные работы посвящены микробиологии и иммунологии стафилококковых и стрептококковых инфекций, проблемам активного и пассивного иммунитета, фагоцитоза, механизмам формирования клеточной и гуморальной защиты, вопросам прикладной иммунологии. Описал феномен парафагоцитоза (1929). Разработал методы получения противостафилококковой антитоксической сыворотки (1936), стафилококкового анатоксина (1937), очищенного адсорбированного стафилококкового анатоксина (1960), а также комбинированных препаратов для активной иммунизации против столбняка и газовой гангрены (1956–1963). За монографию «Стафилококковые инфекции» удостоен премии им. Н.Ф. Гамалеи.

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.; Памяти Г.В. Выгодчикова // Журн. микробиол., эпидемиол. и иммунобиол. 1982. № 12. С. 108–110.

19 марта 2024 года 150 лет со дня рождения **Евгения Ивановича Марциновского** (1874–1934, род. в г. Мстиславле Могилевской губернии) – российского паразитолога, микробиолога, терапевта-инфекциониста, заслуженного деятеля науки. В 1920–1934 гг. – директор Тропического института (ныне Институт медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского). Организатор и руководитель (1924–1934) первой самостоятельной кафедры инфекционных болезней. Основная область научной деятельности – тропические болезни и особенно малярия. Заложил научные основы борьбы с малярией, обосновал возможность ликвидации малярии в СССР. Сделал ряд открытий. Впервые в России описал случаи бруцеллеза и висцерального лейшманиоза. Обнаружил на территории СССР комара *Aedes aegypti* – переносчика возбудителей желтой лихорадки и денге. Описал новый вид москита *Phlebotomus caucasicus*. Разработал практические вопросы борьбы с инфекционными болезнями. Основатель (1923) и бессменный редактор «Русского журнала тропической медицины» (с 1932 г. – «Медицинская паразитология и паразитарные болезни»).

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.; Мошковский Ш. Д. и др. Е. И. Марциновский. М., 1987.

¹ Авторский коллектив: ведущий научный сотрудник, к.и.н. Егорышева И.В., ведущий научный сотрудник, к.и.н. Шерстнева Е.В. (Отдел истории медицины и здравоохранения ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко», N.A. Semashko National Research Institute of Public Health) .

29 марта 2024 года 75 лет со дня смерти **Николая Федоровича Гамалеи** (1859–1949, род. в Одессе) – российского микробиолога и эпидемиолога, почетного академика АН, академика АМН, заслуженного деятеля науки, лауреата Государственной премии (1943). В 1886, 1888–1891 гг. работал в Париже у Пастера. Основал (1886) первую в России (совместно с И.И. Мечниковым и Я.Ю. Бардахом) бактериологическую станцию. Впервые в России осуществил вакцинацию людей против бешенства. С 1899 по 1908 г. – директор основанного им Бактериологического института в Одессе. В 1912–1928 гг. руководил Оспопрививательным институтом им. Дженнера в Ленинграде. В 1930–1938 гг. – научный руководитель Центрального института эпидемиологии и микробиологии, с 1939 г. – заведующий лабораторией в этом же институте (с 1949 г. – Институт эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи). Основные работы посвящены проблемам бешенства и холеры. Открыл (1888) холероподобный птичий вибрион и предложил противохолерную вакцину. Описал (1894–1896) явление так называемого гетероморфизма бактерий. Разработал метод приготовления оспенной вакцины. В 1942 г. предложил метод профилактики гриппа путем обработки слизистой оболочки носа препаратами олеиновой кислоты. В 1910–1913 гг. был редактором журнала «Гигиена и санитария».

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.; Собрание сочинений: В 6 т. М., 1951–1964. Т. 1–6.

5 апреля 2024 года 85 лет со дня рождения **Наиля Хабибулловича Амирова** (1939 г.р., род. в Казани) – российского специалиста в области медицины труда, академика РАН, заслуженного деятеля науки, лауреата Государственной премии Республики Татарстан. С 1981 г. – заведующий кафедрой гигиены, медицины труда, одновременно ректор (1989–2009) Казанского медицинского института (ныне – Казанский медицинский университет). Научные исследования посвящены физиологии и психофизиологии труда, изучению труда и здоровья инженерно-технических работников и руководителей промышленных предприятий, эколого-экономическим проблемам канцерогенной и мутагенной производственной опасности, гигиенической оценке риска для здоровья населения в условиях антропогенной нагрузки в нефтедобывающих регионах, гигиеническим проблемам охраны здоровья детей, изучению пограничных психических расстройств у лиц, работающих в условиях воздействия физических факторов производства.

Соч.: Факторы производства и репродуктивно демографический процесс. Казань, 1994. (Совместно с др.); Труд и здоровье руководителей (Гигиеническая, медико-социальная и психофизиологическая оценка условий трудовой деятельности руководителей). М., 2002.; Пестициды: безопасность и здоровье. Пенза, 2005. (Совместно с др.).

Лит.: Н.Х. Амиров // Вестн. РАМН. 1999. № 4. С. 64; Н.Х. Амиров // 60 лет Российской академии медицинских наук. М., 2004. С. 345; Альбицкий В.Ю., Анохин В.А., Галямов А.Б. Н.Х. Амиров // Казанский медицинский журнал, 2009. Т. 90. № 4. С. 617–618.

8 апреля 2024 года 125 лет со дня рождения **Иллариона Григорьевича Галузо** (1899–1977, род. в деревне Даргейка Сенсенского уезда Могилевской губернии) – казахского паразитолога, академика АН Казахской ССР, заслуженного деятеля науки. Директор (1951–1967) и заведующий (с 1968 г.) лабораторией токсоплазмоза Института зоологии АН Казахской ССР. Изучал фауну иксодовых клещей, их экологию и роль как переносчиков инфекционных и инвазионных заболеваний человека и животных, природную очаговость гельминтозов и бруцеллеза в Казахстане. Лауреат Государственной премии (1951) за многотомную монографию «Кровососущие клещи Казахстана». Был организатором и председателем Общества паразитологов Казахстана (с 1958 г.).

Соч.: Кровососущие клещи Казахстана: В 3 т. Алма-Ата, 1946–1948. Т. 3; Токсоплазмоз животных. Алма-Ата, 1965.

Лит.: Гвоздева Е.В. Виднейший ученый-паразитолог страны // Вопр. природной очаговости болезни. Алма-Ата, 1975. С. 7–11.

6 мая 2024 года 85 лет со дня рождения **Николая Васильевича Русакова** (1939 г.р., род. в поселке Красный ткач Клинского района Московской области) – российского гигиениста, академика РАН, заслуженного деятеля науки. С 1989 г. – заведующий лабораторией гигиены почвы и оценки промтоходов НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, в 2000–2012 гг. – зам. директора по научной работе; с 2012 г. – главный научный сотрудник лаборатории экологической физиологии, биоклиматологии и арктической медицины Центра стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью Минздрава РФ. Научные исследования посвящены проблемам гигиены почвы и эколого-гигиенической оценки опасности отходов, методологии гигиенического надзора за состоянием почвы и влияния ее заражения на здоровье человека. Разработал

классификацию опасности отходов лечебно-профилактических учреждений и дал рекомендации по их сбору и уничтожению.

Соч.: Отходы, окружающая среда, человек. М.: Медицина, 2004. (Совместно с др.).

Лит.: Н.В. Русаков // 60 лет Российской академии медицинских наук. М., 2004. С. 472.

17 мая 2024 года 275 лет со дня рождения **Эдварда Дженнера** (E. Jenner, 1749–1823), английского врача, основоположника оспопрививания. В 1796 г. впервые привил коровью оспу мальчику восьми лет. В 1803 г. в Лондоне было основано Королевское Дженнеровское общество, первым и пожизненным председателем которого был Э. Дженнер. Целью этого общества было широкое внедрение вакцинации в Англии, вследствие чего смертность от оспы за первые 18 месяцев снизилась более чем в 3 раза. Был избран почетным гражданином Лондона с вручением диплома, отделанного бриллиантами.

Соч. и лит.: см. БМЭ и БСЭ. – 3-е изд.

11 июня 2024 года 125 лет со дня рождения **Нины Георгиевны Ключевой** (1899–1971) – российского микробиолога, члена-корреспондента АМН. С 1930 по 1948 г. заведовала отделом Центрального института эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи. Одновременно заведовала кафедрой микробиологии (1930–1941) и лабораторией биотерапии (1948–1951) Центрального института усовершенствования врачей. С 1954 г. – заведующая отделом, а затем научный руководитель и заведующая лабораторией противораковых препаратов в Государственном контрольном институте медицинских и биологических препаратов им. Л.А. Тарасевича. Научные работы посвящены в основном проблеме изменчивости бактерий, антибиотикам, кишечным инфекциям. Получила вакцинные штаммы возбудителей холеры, тифа и паратифа. Разработала комбинированную сухую вакцину против кишечных инфекций (пентавакцина).

Соч.: см. БМЭ. – 3-е изд.

18 июня 2024 года 225 лет со дня рождения **Проспера Меньера** (P. Ménière, 1799–1862) – французского отоларинголога и гигиениста. Труды посвящены проблемам патологии беременности, нагноительных процессов в ране, исследованиям слухового аппарата (1841), вопросам обучения глухонемых (1853), изучению причин врожденной глухонемой (1856). Описал клиническую картину повреждения внутреннего уха, дающего симптомы апоплексического кровоизлияния в мозг (болезнь Меньера, 1861).

Соч. и лит.: см. БМЭ и БСЭ. – 3-е изд.

17 июля 2024 года 150 лет со дня рождения **Владимира Владимировича Фавра** (1874–1920, род. в г. Харькове) – российского маляриолога и гигиениста, доктора медицины, профессора медицинского факультета Харьковского университета. Основные исследования посвящены изучению распространения малярии в России и вопросам борьбы с ней. Принимал участие в разработке вопросов санитарии и гигиены в Харькове и в организации мероприятий по борьбе с чумой в Одессе. Описал новый вид малярийного комара, который назвал в честь отечественного врача Н.А. Сахарова *Anopheles sacharovi*. В 1919 г. был избран председателем чрезвычайной комиссии по борьбе с сыпным тифом.

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.

31 июля 2024 года 150 лет со дня рождения **Константина Левадити** (C. Levaditi, 1874–1953) – французского бактериолога, иммунолога и вирусолога, профессора Пастеровского института в Париже, члена Французской медицинской академии (1928), ученика П. Эрлиха и И.И. Мечникова. Опубликовал свыше 360 научных работ. В 1905 г. установил присутствие бледной трепонемы в пузырьках пемфигуса и во внутренних органах детей с врожденным сифилисом, разработал метод окрашивания трепонем путем импрегнации азотнокислым серебром (метод Левадити), изучил пути проникновения трепонем в организм и механизм реакции Вассермана. В 1921 г. предложил использовать для лечения сифилиса тартровисмутат натрия (или калия), а также чистый висмут и его карболовые производные (вместе с Сазераком (Sazérac)). В 1920 г. совместно с сотрудниками доказал возможность заражения вирусами полиомиелита алиментарным путем. В 1948 г. вместе с П. Лепином (P. Lepine) опубликовал фундаментальное руководство по вирусам и риккетсиям.

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.

15 августа 2024 года 125 лет со дня смерти **Григория Ивановича Архангельского** (1837–1899, род. в Тамбове) – отечественного эпидемиолога. В 1860–1871 гг. – военный врач, сотрудник и редактор «Эпидемиологического листка» (1870–1871) и журнала «Архив судебной медицины и общественной гигиены». Консультант Петербургской думы по врачебным вопросам, а затем совещательный член думской комиссии общественного здоровья. Совместно с С.П. Боткиным разработал систему организации бесплатной врачебной помощи для малоимущего населения Петербурга. Организовывал борьбу с эпидемиями холеры, тифа, дифтерии; участвовал в создании городских родильных приютов; был инициатором привлечения на городскую службу женщин-врачей.

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 2-е и 3-е изд.

3 сентября 2024 года 125 лет со дня рождения **Макфарлейна Франка Бернета** (M. F. Burnet, 1899–1985) – австралийского вирусолога и иммунолога, члена Австралийской академии наук. Предложил использовать бактериофаг для типирования бактерий (*Shigella*); впервые изучил возбудителя Ку-лихорадки, которому присвоено его имя (*Rickettsia Burneti*). Описал фермент, разрушающий клеточные рецепторы (RDE) в фильтрах холерного вибриона у *C1. welchii* и вирусов гриппа. Является одним из авторов клонально-селекционной теории иммунитета. За открытие искусственной иммунной толерантности ему совместно с П. Медаваром (P. Medawar) в 1960 г. присуждена Нобелевская премия.

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.

6 сентября 2024 года 125 лет со дня рождения **Георгия Павловича Руднева** (1899–1970, род. в Полтаве) – российского инфекциониста, академика АМН, заведующего кафедрой инфекционных болезней Центрального института усовершенствования врачей (1944–1970). Был ведущим специалистом в СССР по карантинным инфекциям. Внес вклад в изучение чумы. Автор классического руководства «Клиника чумы» (1938). Предложил методы рентгенотерапии и двухэтапной вакциноотерапии бруцеллеза. Создал оригинальные схемы патогенеза и классификации клинических форм туляремии. Разработал основные принципы антибиотикотерапии и гормонотерапии инфекционных болезней.

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.; Абдуллоходжаев З.Я., Шапиро С.Е. Г.П. Руднев. М., 1981; Покровский В.И., Богомолов Б.П., Щербак Ю.Ф. Г.П. Руднев // Клиническая медицина. 1990. № 1. С. 148–149.

10 сентября 2024 года 150 лет со дня рождения **Владимира Александровича Углова** (1874–1942, род. в Ардатовском уезде Симбирской губернии) – российского гигиениста, доктора медицинских наук, профессора, ученика одного из основоположников экспериментальной гигиены Г.В. Хлопина. В 1901–1911 гг. заведовал химико-бактериологической лабораторией Приамурского военного округа. В 1912 г. участвовал в мероприятиях по борьбе с чумой на Дону. Заведовал кафедрами гигиены в Петроградском университете (1923), в Харьковском медицинском институте (с 1927 г.), в Военно-медицинской академии и Ленинградском медицинском институте (с 1930 г.). Внес вклад в различные области гигиены, в частности военной гигиены, гигиены питания, санитарии и эпидемиологии. Ряд исследований посвящен вопросам исследования воды и ее обеззараживанию, в том числе очистке воды при помощи фильтров с посеребренным песком, ультрафиолетовых лучей и т. д. Автор первой отечественной монографии, посвященной проблеме санитарной охраны атмосферного воздуха («Борьба с пылью, дымом и газами в населенных пунктах», 1934).

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.; Поддубный М.В. В.А. Углов – выдающийся ученый-гигиенист // Военно-медицинский журнал. 1992. № 11. С. 74; Профессора Военно-медицинской (медико-хирургической) академии (1798–1998). СПб., 1998. С. 150–151.

20 сентября 2024 года 150 лет со дня рождения **Николая Александровича Семашко** (1874–1949, род. в селе Ливенское Елецкого уезда Орловской губернии) – российского социал-гигиениста, теоретика и организатора здравоохранения, академика АМН, заслуженного деятеля науки. Первый нарком здравоохранения РСФСР (1918–1930). Организатор (в 1922 г.) и заведующий (до конца жизни) кафедрой социальной гигиены медицинского факультета I МГУ (ныне Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова). В 1930–1936 гг. – член Президиума и председатель детской комиссии ВЦТК. В 1947–1949 гг. – директор Научно-исследовательского института организации здравоохранения и истории медицины (ныне Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко). В 1945–1949 гг. – директор Института школьной гигиены АПН. Инициатор и главный редактор 1-го издания Большой медицинской энциклопедии (1927–1936). Основные исследования посвящены теоретическим и организационным вопросам здравоохранения.

Соч. и лит.: см. БМЭ и БСЭ. – 3-е изд.; БРЭ.

29 октября 2024 года 125 лет со дня рождения **Полины Андреевны Петрищевой** (1899–1973, род. в селе Липовка Самарской губернии) – российского паразитолога, члена-корреспондента АМН. С 1954 г. заведовала отделом природно-очаговых инфекций Института эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи. Основные труды посвящены изучению переносчиков возбудителей природно-очаговых болезней, а также профилактике и борьбе с малярией, лейшманиозами, клещевыми спирохетозами, клещевым и японским энцефалитом и др. За цикл работ, посвященных японскому энцефалиту, была удостоена Государственной премии (1941). За работы по москитной лихорадке и лейшманиозу удостоена премии им. И.И. Мечникова (1951), золотой медали АН им. И.И. Мечникова и медали памяти Гаспара Вианны (Бразилия, 1963).

Соч. и лит.: см. БМЭ – 3-е изд.: Бердыев А. Жизнь и деятельность П.А. Петрищевой // Здравоохранение Туркменистана. 1990. № 3. С. 45–46; Сафьянова В.М. К 90-летию П.А. Петрищевой // Мед. паразитол. и паразитарные болезни. 1990. № 1. С. 60–62.

17 ноября 2024 года 150 лет со дня рождения **Николая Абрамовича Вигдорчика** (1874–1954, род. в Минске) – российского гигиениста, специалиста по вопросам профессиональных болезней, гигиены труда и экспертизы трудоспособности. В 1924–1951 гг. заведовал кафедрой профессиональных болезней в Ленинградском институте усовершенствования врачей (ныне Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования), с 1931 по 1950 г. – научный руководитель Ленинградского института гигиены труда и профессиональных заболеваний. Участвовал в разработке методики врачебно-трудовой экспертизы, дал новую трактовку некоторым признакам свинцовой интоксикации. Внес вклад в развитие теории и практики социального страхования.

Соч. и лит.: см. БМЭ. – 3-е изд.