



RUSSIAN MONTHLY PEER-REVIEWED
SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

**PUBLIC HEALTH AND
LIFE ENVIRONMENT**

MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

ЗНисО

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

№6

Том 31 · 2023

Vol. 31 · 2023

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 Uirich'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, РГБ, Dimensions, LENS.ORG, Google Scholar, VINITI RAN.

Москва • 2023

Здоровье населения и среда обитания –

Знано

Рецензируемый
научно-практический журнал
Том 31 № 6 2023

Выходит 12 раз в год
Основан 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
ПИ № 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.fcgi.ru/>

© ФБУЗ ЦЦГиЭ Роспотребнадзора,
2023

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 В.Ю. Ананьев
К.м.н.; старший преподаватель кафедры организации санитарно-эпидемиологической службы ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (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 ЦЦГиЭ 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 ГАУ ДПО «Уральский институт правления здравоохранением имени А.Б. Блохина»; главный детский внештатный 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 здоровью 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. Балахов 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 ЦЦГиЭ Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)
- В.В. Кутырев д.м.н., проф., акад. РАН; директор ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»» Роспотребнадзора (г. Саратов, Российская Федерация)
- Н.А. Лебедева-Несевра д.социол.н., доц.; заведующий лабораторией методов анализа социальных рисков ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (г. Пермь, Российская Федерация)
- А.В. Мельцер д.м.н., доц.; проректор по развитию регионального здравоохранения и медико-профилактическому 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. Рамазаева» 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 этиологии 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 (ИПЭЭ 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., проф., 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. Курхин д.б.н., приглашённый 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 Cand. real. (аналит. химия), профессор Национального института гигиены труда (г. Осло, Норвегия); ведущий научный сотрудник 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. Цацанис 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 – ЗНЦО

Рецензируемый научно-практический журнал
Том 31 № 6 2023

Выходит 12 раз в год
Основан в 1993 г.

Все права защищены. Перепечатка и любое воспроизведение материалов и иллюстраций в печатном или электронном виде из журнала ЗНЦО допускается только с письменного разрешения учредителя и издателя – ФБУЗ ЦЦГиЭ Роспотребнадзора. При использовании материалов ссылка на журнал ЗНЦО 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@fcgje.ru
Тел.: +7 (495) 633-1817 доб. 240
факс: +7 (495) 954-0310
Сайт журнала: <https://zniso.fcgje.ru/>

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

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

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@fcgje.ru, тел.: +7 (495) 633-1817

Опубликовано 30.06.2023
Формат издания 60x84/8
Печ. л. 11,5
Тираж 1000 экз.
Цена свободная

Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6 С. 7–80

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

© ФБУЗ ЦЦГиЭ Роспотребнадзора, 2023

Zdorov'e Naseleniya
i Sreda Obitaniya –
ZNISO

Public Health and Life
Environment – *PH&LE*

Russian monthly peer-reviewed
scientific and practical journal

Volume 31, Issue 6, 2023

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.e.ru>

© FBHI Federal Center for
Hygiene and Epidemiology of
Rospotrebnadzor, 2023

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 Gabrichevsky 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 Polyomyelitis), 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 Geocology 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. Kutryev 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-Nesevrya 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
- Vasilij 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
- Helmut 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 Obitaniya – ZNiSO

Public Health and Life Environment – *PH&LE*

Russian monthly peer-reviewed
scientific and practical journal

Volume 31, Issue 6, 2023

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
Proofreader Lev A. Zelekson
Interpreter Olga N. Lezhnina
Layout Elena V. Lomanova

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: June 30, 2023
Publication format: 60x84/8
Printed sheets: 11.5
Circulation: 1,000 copies
Free price

Zdorov'e Naseleniya i Sreda
Obitaniya. 2023;31(6):7–80.

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, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОЙ ГИГИЕНЫ

Васильев Ю.А., Гончарова И.В., Владимирский А.В., Шулькин И.М., Арзамасов К.М. Популяционное исследование коронарного кальциноза у населения г. Москвы на основе автоматизированного анализа результатов лучевых исследований 7

Ермолицкая М.З. Прогнозирование заболеваемости болезнями органов пищеварения на территории Российской Федерации 20

СОЦИОЛОГИЯ МЕДИЦИНЫ

Назарова И.Б., Нестеров Р.С. Уязвимые к ВИЧ-инфекции группы населения: поведение и профилактика 27

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Киёк О.В., Кучма В.Р., Круподер А.С., Жукова Т.В. Распространенность факторов риска образа жизни среди студентов средних профессиональных образовательных учреждений 36

КОММУНАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Землянова М.А., Зайцева Н.В., Аллаярова Г.Р., Зеленковская Е.Е., Фазлыева А.С., Ларионова А.Н., Тихонова И.В. Использование биологического мониторинга для оценки вреда здоровью в условиях загрязнения окружающей среды металлами 44

Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Ликонцева Ю.С., Голиков Р.А., Пестерева Д.В. Оценка риска для здоровья населения при загрязнении воздуха в условиях проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте 54

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Тутельян А.В., Соломай Т.В., Кузин С.Н., Каира А.Н., Семенов Т.А. Инфекционный мононуклеоз: эпидемиологические последствия диагностических ошибок 63

Иванова А.В., Магеррамов Ш.В., Попов Н.В., Зубова А.А., Щербак С.А., Кутырев В.В., Саттарова В.В., Фарвазова Л.А., Султанова А.Р., Казак А.А., Хисамиев И.И., Рожкова Е.В., Мочалкин П.А. Современные подходы к снижению риска заражения людей хантавирусами на примере отдельных территорий Республики Башкортостан 70

CONTENTS

ISSUES OF MANAGEMENT AND PUBLIC HEALTH

Vasilev Yu.A., Goncharova I.V., Vladzmyrskyy A.V., Shulkin I.M., Arzamasov K.M. Population-based study of coronary artery calcification using the automated analysis of radiology reports in Moscow 7

Ermolitskaya M.Z. Time series forecasting of the incidence of digestive diseases in the Russian Federation 20

MEDICAL SOCIOLOGY

Nazarova I.B., Nesterov R.S. Populations vulnerable to HIV infection: Behavior and prevention 27

PEDIATRIC HYGIENE

Kiyok O.V., Kuchma V.R., Krupoder A.S., Zhukova T.V. Prevalence of lifestyle risk factors among students of vocational high schools 36

COMMUNAL HYGIENE

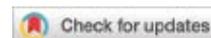
Larionova T.K., Daukaev R.A., Zemlyanova M.A., Zaitseva N.V., Allayarova G.R., Zelenkovskaya E.E., Fazlieva A.S., Larionova A.N., Tikhonova I.V. Use of biological monitoring to assess health damage from environmental pollution with metals 44

Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Likontseva J.S., Golikov R.A., Pestereva D.V. Assessing population health risks posed by air pollution related to coal mine reclamation 54

EPIDEMIOLOGY

Tutelyan A.V., Solomay T.V., Kuzin S.N., Kaira A.N., Semenenko T.A. Infectious mononucleosis: Epidemiological consequences of diagnostic errors 63

Ivanova A.V., Magerramov S.V., Popov N.V., Zubova A.A., Shcherbakova S.A., Kutyrev V.V., Sattarova V.V., Farvazova L.A., Sultanova A.R., Kazak A.A., Khisamiev I.I., Rozhkova E.V., Mochalkin P.A. Modern approaches to reducing the epidemiological risk of hantavirus infection in the population on the example of certain territories of the Republic of Bashkortostan 70



Популяционное исследование коронарного кальциноза у населения г. Москвы на основе автоматизированного анализа результатов лучевых исследований

Ю.А. Васильев, И.В. Гончарова, А.В. Владимирский, И.М. Шулькин, К.М. Арзамасов

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», ул. Петровка, д. 24, стр. 1, г. Москва, 127051, Российская Федерация

Резюме

Введение. Сохраняется высокая значимость проблемы профилактики, диагностики и лечения болезней системы кровообращения. Одним из превентивных направлений является раннее выявление факторов риска, одним из которых является коронарный кальций. Последние достижения в области компьютерного зрения сделали возможным проведение оппортунистического скрининга коронарного кальция.

Цель исследования: изучить распространенность кальциноза коронарных артерий как фактора риска болезней системы кровообращения у населения г. Москвы на основе автоматизированного анализа результатов лучевых исследований.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное описательное эпидемиологическое исследование за период июль 2021 г. – декабрь 2022 г. Проанализированы результаты компьютерной томографии органов грудной клетки 165 234 пациентов (из них мужчин – 71 635, женщин – 93 599). Анализ выполнялся в автоматизированном режиме ИИ-сервисами и включал определение факта наличия коронарного кальциноза, а также измерение кальциевого индекса.

Результаты. Коронарный кальций выявлен у 61,4 % обследованных лиц. Удельный вес мужчин составил 68,9 %, женщин – 55,7 % ($p < 0,001$). Значения кальциевого индекса колебались в диапазоне от 1 до 60 306 единиц; среднее значение составляло 558,2. Средняя скорость роста значения кальциевого индекса для всей популяции составляет 170,75 единицы, средний темп роста – 168,13 единицы, средний темп прироста – 68,13 единицы за весь период наблюдения. У 47,6 % мужчин и 36,5 % женщин из числа лиц с коронарным кальцием уровень кальциевого индекса был клинически значим ($p < 0,001$). Большинство лиц с коронарным кальцием на клинически значимом уровне относятся к группам пожилого и старческого возраста (по 42,0 %).

Выводы. Распространенность коронарного кальция для населения г. Москвы составила 8,03 на 1000 человек. У мужчин коронарный кальций (в том числе на клинически значимом уровне) выявлялся статистически значимо чаще, а среднее значение кальциевого индекса оказалось статистически значимо выше, чем у женщин в большинстве возрастных групп. С возрастом наблюдается постоянное увеличение среднего значения кальциевого индекса.

Ключевые слова: коронарный кальциноз, сердечно-сосудистые заболевания, искусственный интеллект, компьютерная томография, оппортунистический скрининг.

Для цитирования: Васильев Ю.А., Гончарова И.В., Владимирский А.В., Шулькин И.М., Арзамасов К.М. Популяционное исследование коронарного кальциноза у населения г. Москвы на основе автоматизированного анализа результатов лучевых исследований // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 7–19. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-7-19>

Population-Based Study of Coronary Artery Calcification Using the Automated Analysis of Radiology Reports in Moscow

Yuriy A. Vasilev, Inna V. Goncharova, Anton V. Vladzimirskyy, Igor M. Shulkin, Kirill M. Arzamasov

Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Department of Health, Bldg 1, 24 Petrovka Street, Moscow, 127051, Russian Federation

Summary

Introduction: Problems of prevention, diagnosis and treatment of diseases of the circulatory system remain highly relevant. One of the effective preventive measures is early identification of risk factors, including coronary calcium. Recent achievements in the field of computer vision have made it possible to conduct opportunistic coronary calcium screening.

Objective: To study the prevalence of coronary artery calcification as a risk factor for cardiovascular diseases in the population of Moscow based on the results of an automated analysis of radiology findings.

Materials and methods: In July 2021 – December 2022, we conducted a retrospective descriptive epidemiological study, within which we analyzed chest CT images of 165,234 patients (71,635 males and 93,599 females) for coronary artery calcification and calcium scoring using AI services in an automated mode.

Results: Coronary calcium was detected in 61.4 % of the examined. The proportion of men was 68.9 %, women – 55.7 % ($p < 0.001$). The calcium score ranged from 1 to 60,306 units (mean = 558.2). The average growth rate of the calcium score for the whole population was 170.75, the average growth rate was 168.13, and the average increase rate was 68.13 units during study period. In 47.6 % of men and 36.5 % of women with coronary calcium, the calcium score was clinically significant, i.e. ≥ 300 ($p < 0.001$). Most people with coronary calcium at a clinically significant level belonged to elderly and senile age groups (42.0 % each).

Conclusions: The prevalence of coronary calcium in the population of Moscow was 8.03 per 1,000 people. In men, coronary calcium (including that at a clinically significant level) was statistically more frequent while the average calcium score in them was significantly higher than in women of most age groups. The mean calcium score demonstrated a constant increase with age.

Keywords: coronary artery calcification, cardiovascular disease, artificial intelligence, computed tomography, opportunistic screening.

For citation: Vasilev YuA, Goncharova IV, Vladzimirskyy AV, Shulkin IM, Arzamasov KM. Population-based study of coronary artery calcification using the automated analysis of radiology reports in Moscow. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):7–19. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-7-19>

Введение. Проблема профилактики, диагностики и лечения болезней системы кровообращения (БСК) сохраняет свою высокую медицинскую, социально-экономическую и демографическую значимость. Обширная научная литература посвящена теории и практике превентивных мероприятий, выявлению и минимизации различных факторов риска, а в последние годы интенсивно изучается вопрос их комбинированного воздействия [1, 2]. Активно исследуется реальная клиническая значимость известных факторов риска БСК. С учетом стремительного роста масштабов применения методов лучевой диагностики все более актуальным становится изучение факторов риска, выявляемых рентгенологически [3–5]. К таковым в первую очередь относится коронарный кальций (кальциваты в стенках коронарных сосудов).

Абсолютное большинство публикаций о коронарном кальцинозе посвящено его лучевой семиотике, клинико-диагностическим и прогностическим аспектам, корреляциям между выраженностью данного фактора риска и иными состояниями, патологиями, исходами.

На этом фоне фактически отсутствуют знания о частоте встречаемости и количественных показателях коронарного кальция. Как в России, так и в глобальной перспективе данные о распространенности коронарного кальция на популяционном уровне крайне ограничены. Опубликованные статьи содержат информацию, касающуюся только отдельных половозрастных групп, лиц высокого риска или уже страдающих хроническими неинфекционными заболеваниями (чаще всего – сахарным диабетом), определенных категорий населения (например, работников определенной специальности) [6–9].

Такая ситуация вполне закономерна. Сообщений о целенаправленных исследованиях для выявления коронарного кальциноза в рамках скрининговых программ или проектов не выявлено. В лучшем случае этот фактор риска выявляется как дополнительная находка в рамках ограниченных программ селективного скрининга [10–12].

В ходе массовых профилактических исследований, выполняемых в РФ в соответствии с действующим законодательством, также не применяются методы для определения коронарного кальциноза.

В настоящее время одной из самых массовых лучевых диагностических услуг как в амбулаторных, так и в стационарных условиях является компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК) [13]. Это исследование выполняется для решения различных клинико-диагностических задач, но параллельно с его помощью можно выявлять различные факторы риска и ранние признаки социально-значимых заболеваний, то есть проводить так называемый оппортунистический скрининг. Очевидно, что выполнение скрининга врачами-рентгенологами значительно повысит длительность описаний, потребует привлечения дополнительных ресурсов; к тому же выполнение задач по скринингу может быть совершенно неприемлемым в контексте решения основной клинической задачи.

Ранее как в наших, так и в публикациях иных авторов показана целесообразность проведения оппортунистического скрининга посредством автоматизированного анализа диагностических изображений. Такой фоновый анализ, не препятствующий и не замедляющий решение основной клинической задачи, может осуществляться с применением программного обеспечения на основе технологий искусственного интеллекта (ТИИ) [14–16].

С 2020 г. при поддержке Правительства Москвы выполняется крупнейшее в мире проспективное клиническое исследование применимости и качества ТИИ в лучевой диагностике – «Эксперимент по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы» (mosmed.ai) (далее – Московский Эксперимент). Разработаны и выполняются процедуры этапной оценки диагностической точности, надежности, проводятся технологические и клинические мониторинги, комплексно изучается влияние ТИИ на безопасность, качество и экономические показатели медицинской помощи. В рамках этого исследования результаты лучевых исследований различных модальностей анализируются программным обеспечением на основе ТИИ (так называемыми ИИ-сервисами). На момент подготовки статьи в Московском Эксперименте участвуют свыше 70 ИИ-сервисов, которыми проанализированы результаты 8,9 миллиона лучевых исследований из более чем 150 медицинских организаций г. Москвы (в 2022 г. к Эксперименту подключились медицинские организации Ямало-Ненецкого автономного округа).

В ходе Московского Эксперимента накоплены результаты анализа КТ ОГК ИИ-сервисами по выявлению различных факторов риска хронических неинфекционных заболеваний.

Цель исследования – изучить распространенность коронарного кальция (кальциноза коронарных артерий) как фактора риска болезней системы кровообращения у населения г. Москвы на основе автоматизированного анализа результатов лучевых исследований.

Материалы и методы. Исследование выполнено в рамках научного «Эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы», проводимого с 2020 г. при поддержке Правительства Москвы (mosmed.ai) [16].

Дизайн: ретроспективное описательное эпидемиологическое исследование.

Анализ выполнен за период июль 2021 г. – декабрь 2022 г. для населения города Москвы.

В исследование включены результаты исследований 165 234 пациентов. В анализ данных включены все субъекты исследования, для которых были получены данные по крайней мере по одному анализируемому параметру. Анализ был проведен со стратификацией по полу и возрасту. Использовались следующие возрастные группы в соответствии с классификацией Всемирной организации

здравоохранения: молодой возраст – 18–44 лет; средний возраст – 45–59 лет; пожилой возраст – 60–74 лет; старческий возраст – 75–89 лет; долгожители – 90 лет и более.

В качестве источника первичных данных использована информационная система в сфере здравоохранения субъекта Российской Федерации – Единый радиологический информационный сервис Единой медицинской информационно-аналитической системы г. Москвы (ЕРИС ЕМИАС).

Компьютерная томография органов грудной клетки назначалась лечащими врачами, непосредственно выполнялась рентгенолаборантами в медицинских организациях государственной системы здравоохранения г. Москвы, оказывающих помощь в амбулаторных условиях или в условиях стационара. Результаты КТ ОГК сохранялись в ЕРИС ЕМИАС, далее в соответствии с процедурами Московского Эксперимента [16] направлялись на ИИ-сервис. После чего исходные результаты и результаты автоматизированного анализа становились доступны врачу-рентгенологу для интерпретации, описания и формирования протокола.

В рамках Московского Эксперимента КТ ОГК проходили автоматизированный анализ ИИ-сервисами, два из которых позволяли выявлять фактор риска БСК – коронарный кальций: CVL-Chest CT Coronary calcium (ООО «СиВижинЛаб»), Agatston-IRA (ООО «Интеллиджент радиолоджи ассистанс лабораторис (АЙРА Лабс)»).

Применимость результатов автоматизированного анализа для эпидемиологического исследования подтверждается высокими показателями диагностической точности использованного программного обеспечения на основе технологий искусственного интеллекта. Соответствующие значения площади под характеристической кривой определяются в проспективном режиме в процессе технологического и клинического мониторинга в рамках Московского Эксперимента (табл. 1). Соответствующие методологии опубликованы ранее [16].

Перечисленные выше ИИ-сервисы обладают различным функционалом, так как на ранних этапах Московского Эксперимента требовалось только бинарное определение факта наличия искомого фактора риска; лишь позднее в требования к результатам работы ИИ-сервисов была включена автоматическая морфометрия (измерение кальциевого индекса и объема соответственно).

В автоматизированном режиме на КТ ОГК ИИ-сервисами определялись: факт наличия искомого фактора риска (бинарная оценка – да/нет); расчет кальциевого индекса по шкале Agatstone, при

этом значение индекса ≥ 300 единиц считалось клинически значимым [17].

В ЕРИС ЕМИАС сохранены результаты анализа КТ ОГК ИИ-сервисами. Это позволило нам проанализировать характеристики и структуру распространенности фактора риска БСК – коронарного кальция – на популяционном уровне.

Для анализа и обработки данных использованы следующие методы.

1. Статистический анализ. Для представления результатов были использованы методы описательной статистики с указанием следующих характеристик: число непропущенных значений (N), минимальное значение (Min), максимальное значение (Max), арифметическое среднее (M), стандартное отклонение (SD), 95 % доверительный интервал (DI) для среднего, медиана (Me), 1-й и 3-й квартили ($Q1$, $Q3$). Сравнение категориальных данных между группами было проведено с помощью χ^2 -критерия. Для численных данных использовался дисперсионный анализ ($ANOVA$). При выявлении статистически значимых различий априорное (*post hoc*) попарное сравнение проводилось с помощью t -теста с поправкой на множественность сравнения по методу Тьюки. Уровнем статистической значимости было принято значение 0,05 (двустороннее). Дополнительно было проведено построение моделей логистической регрессии. В качестве зависимой переменной использовался факт наличия или отсутствия того или иного фактора риска для каждого субъекта исследования. В качестве факторов модели использовались пол, возраст, а также квадрат возраста в случае нелинейной зависимости от возраста. Для каждого фактора была проведена оценка отношения шансов (OR) наличия фактора риска ($Odds\ Ratio$, OR) и 95 % DI для OR . Статистическая обработка была выполнена с помощью программы Stata14.

2. Построение и анализ интервальных динамических рядов.

3. Определение показателя распространенности. Он рассчитывался как отношение числа случаев к среднегодовой численности населения, умноженное на 1000. Использовано среднее значение среднегодовой численности населения за 2021 год 12 645 258 (по открытым данным Управления Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области).

Терминологическое уточнение. В тексте мы говорим о «наличии коронарного кальция», при этом подразумевается наличие рентгенологически определяемого коронарного кальция на результатах компьютерной томографии органов грудной клетки. Верификация наличия и характеристик

Таблица 1. Показатель диагностической точности – площадь под характеристической кривой ИИ-сервисов, использованных для выявления коронарного кальция и расчета кальциевого индекса

Table 1. Indicator of diagnostic accuracy – the area under the curve of AI services used to detect coronary calcium and calculate the calcium score

Программное обеспечение на основе технологий искусственного интеллекта / Software based on artificial intelligence technologies	Площадь под характеристической кривой / Area under the curve	95 % доверительный интервал / 95 % confidence interval
CVL-Chest CT Coronary calcium	0,83	0,76–0,9
Agatston-IRA	0,99	0,96–1,0

соответствующих факторов риска иными методами в нашем исследовании не требовалась и не выполнялась.

Результаты. В указанный период времени в государственных медицинских организациях г. Москвы, оказывающих помощь в амбулаторных условиях, выполнено 739 140 компьютерных томографий органов грудной клетки (КТ ОГК); эти исследования назначались лечащими врачами для решения различных задач. Их этого количества 91,3 % (674 943) КТ ОГК были проанализированы ИИ-сервисами, в том числе 165 234 (22,4 % от общего количества) – для выявления целевого фактора риска. В исследование включены результаты исследований 165 234 пациентов, у которых проводилось бинарное определение факта наличия коронарного кальция, из этого числа у 45 065 выполнен расчет кальциевого индекса.

Результаты КТ ОГК 165 234 лиц были проанализированы программным обеспечением на основе технологий искусственного интеллекта для выявления и морфометрии коронарного кальция.

Фактор риска – коронарный кальций выявлен у 61,4 % (101 528) обследованных лиц (средний возраст $63,5 \pm 16,1$, мода – 75, медиана – 65). Распространенность фактора риска коронарный кальций у населения г. Москвы составила 8,03 на 1000 человек.

Удельный вес мужчин составил 68,9 % (49 379), женщин – 55,7 % (52 149). Соответственно, у мужчин данный фактор риска статистически значимо выявлялся чаще (z -критерий – 95,0, $p < 0,001$).

В табл. 2 представлено распределение лиц с фактором риска – коронарным кальцием по возрастным группам.

Большинство лиц, у которых при КТ-исследованиях выявлен коронарный кальций, относятся к группам пожилого (45,0 %) и старческого (33,0 %) возраста. Меньше всего обследованных относятся к группе лиц молодого возраста (3,0 %).

В целом отмечается линейный характер увеличения с возрастом удельного веса лиц с наличием коронарного кальция: 13,8 % в молодом возрасте, 42,5 % – в среднем, 70,8 % – в пожилом, 87,6 % – в старческом, наконец 92,7 % – у долгожителей. Аналогичная тенденция имеется и при расчетах отдельно для мужчин и женщин.

В каждой возрастной группе у мужчин коронарный кальций статистически значимо выявлялся чаще, чем у женщин. Особенно велики различия

в среднем (10 405 (59,9 %) против 4714 (25,9 %), хи-квадрат = 4200, $p < 0,001$) и пожилым (23 946 (83,3 %) против 22 185 (60,9 %), хи-квадрат = 3900, $p < 0,001$) возрастах.

Для выявления параметров, влияющих на риск наличия коронарного кальция использована логистическая регрессия. Установлено, что отношение шансов выявления наличия коронарного кальция у мужчин по сравнению с женщинами того же возраста составляет 3,564 (95 % ДИ 3,472; 3,659; значение z -критерия 95,0, $p < 0,001$). Увеличение возраста на 5 лет в 1,616 раза увеличивает вероятность наличия данного фактора риска (95 % ДИ 1,607; 1,624; значение z -критерия 185,0, $p < 0,001$).

Автоматизированная морфометрия коронарного кальция с расчетом кальциевого индекса по шкале Agatstone выполнена у 45 065 обследованных; соответствующие результаты представлены в табл. 3.

Значения кальциевого индекса колебались в значительном диапазоне от 1 до 60 306 единиц; среднее значение составляло 558,2 (95 % ДИ 548,8; 567,6).

Средние значения достаточно значительно варьировались в разных возрастных группах, при этом была тенденция линейного их увеличения. В группе молодого возраста среднее значение кальциевого индекса составило 97,7 единицы (95 % ДИ 86,6; 108,8), у лиц 45–59 лет последовал скачок до 304,3 единицы (95 % ДИ 288,3; 320,3). Затем рост происходил более равномерно: в пожилом возрасте – 567,5 (95 % ДИ 553,4; 581,6), в старческом – 737,1 (95 % ДИ 717,2; 757,0), у долгожителей – 780,7 (95 % ДИ 734,9; 826,6) единицы.

Для возрастной группы 75–89 лет характерны наибольшие значения кальциевого индекса (до 60 306 единиц); здесь самый большой диапазон колебаний (стандартное отклонение составляет 1210,5 против 292,1–996,8 в других группах).

У мужчин значения кальциевого индекса колебались в указанном выше диапазоне, при этом среднее значение составляло 679,9 (95 % ДИ 664,5; 695,2) единицы.

Аналогичной была тенденция увеличения значения индекса с возрастом. Выявлено практически трехкратное увеличение среднего значения индекса от 97,7 (95 % ДИ 85,2; 110,2) единицы в молодом возрасте до 370,6 (95 % ДИ 349,1; 392,0) в среднем. Затем более плавный, но значительный прирост примерно на 300 единиц в последующих двух возрастных группах. Лишь при сопоставлении лиц старческого возраста и долгожителей различия

Таблица 2. Распределение лиц с фактором риска – коронарным кальцием по возрастным группам

Table 2. Age distribution of subjects with a coronary calcium risk factor

Возрастная группа, лет / Age group, years	Мужчины / Men	Женщины / Women	Суммарно / Total
18–44	2373/11 759 (20,2 %)	690/10 446 (6,6 %)	3063/22 205 (13,8 %)
45–59	10 405/17 376 (59,9 %)	4714/18 238 (25,9 %)	15 119/35 614 (42,5 %)
60–74	23 946/28 736 (83,3 %)	22 185/36 441 (60,9 %)	46 131/65 177 (70,8 %)
75–89	11 687/12 754 (91,6 %)	21 625/25 274 (85,6 %)	33 312/38 028 (87,6 %)
90 +	968/1010 (95,8 %)	2935/3200 (91,7 %)	3903/4210 (92,7 %)
Суммарно / Total	49 379/71 635 (68,9 %)	52 149/93 599 (55,7 %)	101 528/165 234 (61,4 %)
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Таблица 3. Результаты автоматизированной морфометрии коронарного кальция (определения кальциевого индекса)**Table 3. Results of automated coronary calcium morphometry (calcium score calculation)**

Пол / Sex	Параметр / Parameter	Возрастная группа, лет / Age group, years					Суммарно / Total
		18–44	45–59	60–74	75–89	90 +	
Суммарно / Total	<i>N</i>	2656	7347	19 195	14 202	1665	45 065
	Mean	97,7	304,3	567,5	737,1	780,7	558,2
	SD	292,1	700,6	996,8	1210,5	954,1	1019,1
	95 % ДИ / 95 % CI	(86,6; 108,8)	(288,3; 320,3)	(553,4; 581,6)	(717,2; 757,0)	(734,9; 826,6)	(548,8; 567,6)
	Min	1	1	1	1	1	1
	Max	3550	23 926	24 820	60 306	13 008	60 306
	Med	8	65	198	381	462	201
	Q1	1	9	40	111	158	35
	Q3	55	299	689	965	1070	688
	F(ANOVA)	392,4					
<i>P</i>	< 0,0001						
Мужчины / Men	<i>N</i>	2047	5233	10 212	5107	410	23 009
	Mean	97,7	370,6	767,2	1023,2	1082,2	679,9
	SD	288,3	792,9	1164,6	1594,6	1013,2	1191,3
	95 % ДИ / 95 % CI	(85,2; 110,2)	(349,1; 392,0)	(744,6; 789,8)	(979,4; 1066,9)	(983,8; 1180,5)	(664,5; 695,2)
	Min	1	1	1	1	2	1
	Max	3550	23 926	24 820	60 306	5645	60 306
	Med	9	95	355	608	771,5	266
	Q1	1	15	86	206	286	45
	Q3	59	387	1008	1373	1646	878
	F(ANOVA)	363,4					
<i>P</i>	< 0,0001						
Женщины / Women	<i>N</i>	609	2114	8983	9095	1255	22 056
	Mean	97,7	140,3	340,4	576,4	682,2	431,3
	SD	304,9	334,6	696,1	888,1	913,1	781,1
	95 % ДИ / 95 % CI	(73,4; 121,9)	(126,1; 154,6)	(326,0; 354,8)	(558,2; 594,7)	(631,7; 732,8)	(421,0; 441,6)
	Min	1	1	1	1	1	1
	Max	3305	3621	14 851	20 866	13 008	20 866
	Med	4	25	102	288	401	155
	Q1	1	3	20	82	129	29
	Q3	43	117	360	741	928	521
	F(ANOVA)	253,5					
<i>P</i>	< 0,0001						

Примечание: *N* – общее количество исследований в выборке, Mean – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение, Min – минимальное значение в выборке, Max – максимальное значение в выборке, Med – медиана, Q1, Q3 – значения первого и третьего квартилей.

Notes: *N* – number of subjects; Mean – arithmetic mean; SD – standard deviation; Min – minimum value in the sample; Max – maximum value in the sample; Med – median; Q1, Q3 – values of the first and third quartiles.

средних становятся незначительными (1023,2 (95 % ДИ 979,4; 1066,9) и 1082,2 (95 % ДИ 983,8; 1180,5) соответственно).

У женщин значения кальциевого индекса колебались в диапазоне от 1 до 20 866 единиц; среднее значение составляло 431,3 (95 % ДИ 421,0; 441,6).

Общая тенденция увеличения кальциевого индекса с возрастом была аналогична выявленной у мужчин.

Вместе с тем различия среднего значения между группами 18–44 и 45–59 лет были не столь значительны (97,7 (95 % ДИ 73,4; 121,9) и 140,3 (95 % ДИ 126,1; 154,6)). Зато далее следовал практически

двукратный прирост на примерно на 150–200 единиц. Темп увеличения значения кальциевого индекса снижался лишь у долгожителей, составляя 682,2 (95 % ДИ 631,7; 732,8).

Среднее значение кальциевого индекса для мужской популяции составило 679,9 единицы (95 % ДИ 664,5; 695,2), для женской – 431,3 единицы (95 % ДИ 421,0; 441,6). Различия носили статистически значимый характер (коэффициент $t = 26,1$, $p < 0,0001$).

Проведенный анализ позволил выявить определенные тенденции. Для более детального изучения ситуации нами использован метод динамических рядов.

Построены и проанализированы динамические ряды уровня кальциевого индекса для популяции в целом, отдельно для мужского и женского населения (табл. 4–6).

На общепопуляционном уровне отмечается постоянное увеличение абсолютного базисного прироста (от 206,6 в возрасте 45–59 лет до 683,0 у долгожителей), то есть значение кальциевого индекса неуклонно повышается с возрастом. Наиболее высокая скорость роста отмечается в группах среднего и пожилого возраста, то есть именно в эти возрастные диапазоны прирост индекса наиболее велик по сравнению с каждым соответствующим предыдущим периодом. Подтверждено наличие выраженного скачка у группы 45–59 лет по сравнению с лицами молодого возраста – темп роста здесь составляет 311,46 %, в то время как в последующем он принципиально ниже и даже планомерно снижается. Таким образом, на популяционном уровне с возрастом среднее значение

кальциевого индекса значительно увеличивается (базисный коэффициент роста в период 45–59 лет составляет 3,11, а у долгожителей уже 7,99). Вместе с тем интенсивность такого увеличения с возрастом снижается (цепной коэффициент роста в период 45–59 лет – 3,11, в последующие периоды – 1,86, 1,3, 1,06 единицы). У долгожителей отмечается минимальная интенсивность увеличения среднего значения кальциевого индекса: цепной темп прироста падает до 5,92 % (по сравнению с 29,89 % в предыдущем периоде), скорость роста – до 43,6 единицы) (в предыдущем периоде – 169,6).

У мужчин также происходит постоянное увеличение среднего значения кальциевого индекса с возрастом: коэффициент роста нарастает от 3,79 единицы у лиц среднего возраста до 11,08 единицы у долгожителей; базисный темп прироста – от 279,32 до 1007,68 % соответственно. Вместе с тем интенсивность такого увеличения с возрастом снижается. Скорость роста сначала увеличивается

Таблица 4. Динамический ряд показателя «среднее значение кальциевого индекса» по данным автоматизированной морфометрии (общая выборка)

Table 4. The dynamic series of the calcium score according to automated morphometry results (total sample)

Возрастная группа / Age group	Уровень / Level	Базисный абсолютный прирост / Basic absolute growth	Скорость роста / Growth rate	Коэффициент роста / Growth coefficient		Темп роста, % / Increase rate, %	Темп прироста, % / Increment rate, %	
				Базисный / Basic	Цепной / Chain		Базисный / Basic	Цепной / Chain
18–44	97,7	–	–	–	–	–	–	–
45–59	304,3	206,60	206,60	3,11	3,11	311,46	211,46	211,46
60–74	567,5	469,80	263,20	5,81	1,86	186,49	480,86	86,49
75–89	737,1	639,40	169,60	7,54	1,30	129,89	654,45	29,89
90 +	780,7	683,00	43,60	7,99	1,06	105,92	699,08	5,92

Таблица 5. Динамический ряд показателя «среднее значение кальциевого индекса» по данным автоматизированной морфометрии (мужское население)

Table 5. The dynamic series of the calcium score according to automated morphometry results (men)

Возрастная группа / Age group	Уровень / Level	Базисный абсолютный прирост / Basic absolute growth	Скорость роста / Growth rate	Коэффициент роста / Growth coefficient		Темп роста, % / Increase rate, %	Темп прироста, % / Increment rate, %	
				Базисный / Basic	Цепной / Chain		Базисный / Basic	Цепной / Chain
18–44	97,7	–	–	–	–	–	–	–
45–59	370,6	272,90	272,90	3,79	3,79	379,32	279,32	279,32
60–74	767,2	669,50	396,60	7,85	2,07	207,02	685,26	107,02
75–89	1023,2	925,50	256,00	10,47	1,33	133,37	947,29	33,37
90 +	1082,2	984,50	59,00	11,08	1,06	105,77	1007,68	5,77

Таблица 6. Динамический ряд показателя «среднее значение кальциевого индекса» по данным автоматизированной морфометрии (женское население)

Table 6. The dynamic series of the calcium score according to automated morphometry results (women)

Возрастная группа / Age group	Уровень / Level	Базисный абсолютный прирост / Basic absolute growth	Скорость роста / Growth rate	Коэффициент роста / Growth coefficient		Темп роста, % / Increase rate, %	Темп прироста, % / Increment rate, %	
				Базисный / Basic	Цепной / Chain		Базисный / Basic	Цепной / Chain
18–44	97,7	–	–	–	–	–	–	–
45–59	140,3	42,60	42,60	1,44	1,44	143,60	43,60	43,60
60–74	340,4	242,70	200,10	3,48	2,43	242,62	248,41	142,62
75–89	576,4	478,70	236,00	5,90	1,69	169,33	489,97	69,33
90 +	682,2	584,50	105,80	6,98	1,18	118,36	598,26	18,36

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-7-19>
Original Research Article

с 272,9 единицы (средний возраст) до 396,6 единицы (пожилой возраст), а затем снижается вплоть до 59,0 единицы у долгожителей. Цепной темп прироста наиболее велик у лиц 45–59 лет (279,32 %), минимален у долгожителей (5,77 %). Явно снижается темп роста.

У женского населения в целом наблюдается аналогичная тенденция. Базисный коэффициент роста нарастает от 1,44 до 6,98 единицы. Однако у женщин 45–59 лет рост среднего значения кальциевого индекса менее интенсивен, чем у мужчин аналогичной возрастной группы: скорость роста составляет только 42,6 единицы, по сравнению с 272,9 единицы у мужчин. Далее этот показатель увеличивается в последующих периодах; у долгожителей скорость вновь снижается с 236,0 до 105,8 единицы, однако это снижение менее выражено, чем у мужчин (с 256,0 до 59,0 единицы). Наиболее высокая интенсивность увеличения индекса имеет место в возрастной группе 60–74 лет: максимальны цепной коэффициент роста (2,43 единицы), темп роста (242,62 %), цепной темп прироста (142,62 %). У женщин-долгожителей эти показатели минимальны: 1,18, 118,36, 18,36 %.

В целом средняя скорость роста для всей популяции составляет 170,75 единиц, средний темп роста – 168,13 единицы, средний темп прироста – 68,13 единицы. У мужского населения данные

усредненные показатели выше (246,13, 182,4, 82,43 единиц соответственно). У женского – ниже (146,13, 162,56, 62,56 единиц). Из этого следует, что интенсивность изменений кальциевого индекса с возрастом более выражена у мужчин.

Выявленные и описанные тенденции потребовали статистического анализа для доказательства своей значимости.

Осуществлена проверка нулевой гипотезы о том, что средние значения во всех возрастных группах равны между собой (табл. 3). Нулевая гипотеза была отвергнута, причем как для всей выборки (*f*-критерий 392,4, *p* < 0,0001), так и отдельно для мужчин и женщин. Таким образом, средние как минимум в двух возрастных группах отличаются. Следующим шагом выполнено попарное сравнение всех возрастных групп (для всей выборки, отдельно для мужчин и женщин).

Попарное сравнение значений кальциевого индекса между возрастными группами (табл. 7) позволило установить наличие статистически значимых различий во всех случаях, за исключением одного – отсутствовали различия между лицами старческого возраста и долгожителями (*p* = 0,445).

Аналогичный результат выявлен при попарном сравнении возрастных групп мужского населения (табл. 8). Средние значения различались между всеми группами, за исключением лиц старческого возраста

Таблица 7. Результаты апостериорного (post hoc) попарного сравнения кальциевого индекса между возрастными группами с поправкой по методу Тьюки [18] (все субъекты)

Table 7. Tukey-adjusted [18] results of a post hoc pairwise comparison of the calcium score between age groups (all subjects)

Сравнение / Compared age groups	Среднее значение / Mean	95 % ДИ / 95 % CI	<i>t</i>	<i>P</i>
45–49 vs 18–44	206,6	144,7; 268,5	9,1	< 0,001
60–74 vs 18–44	469,8	413,2; 526,3	22,7	< 0,001
75–89 vs 18–44	639,4	581,6; 697,2	30,2	< 0,001
90 + vs 18–44	683,0	597,6; 768,4	21,8	< 0,001
60–74 vs 45–59	263,1	225,7; 300,6	19,2	< 0,001
75–89 vs 45–59	432,8	393,5; 472,0	30,1	< 0,001
90 + vs 45–59	476,4	402,2; 550,6	17,5	< 0,001
75–89 vs 60–74	169,6	139,4; 199,9	15,3	< 0,001
90 + vs 60–74	213,3	143,4; 283,1	8,3	< 0,001
90 + vs 75–89	43,6	–27,2; 114,4	1,7	0,445

Таблица 8. Результаты апостериорного (post hoc) попарного сравнения кальциевого индекса между возрастными группами с поправкой по методу Тьюки (мужчины)

Table 8. Tukey-adjusted [18] results of a post hoc pairwise comparison of the calcium score between age groups (men)

Сравнение / Compared age groups	Среднее значение / Mean	95 % ДИ / 95 % CI	<i>t</i>	<i>P</i>
45–49 vs 18–44	272,9	190,7; 355,0	9,1	< 0,001
60–74 vs 18–44	669,5	593,1; 745,8	23,9	< 0,001
75–89 vs 18–44	925,5	843,0; 1007,9	30,6	< 0,001
90 + vs 18–44	984,5	813,9; 1155,0	15,8	< 0,001
60–74 vs 45–59	396,6	343,0; 450,2	20,2	< 0,001
75–89 vs 45–59	652,6	590,6; 714,6	28,7	< 0,001
90 + vs 45–59	711,6	550,0; 873,3	12,0	< 0,001
75–89 vs 60–74	256,0	202,0; 310,0	12,9	< 0,001
90 + vs 60–74	315,0	156,2; 473,7	5,4	< 0,001
90 + vs 75–89	59,0	–102,8; 220,8	1,0	0,858

и долгожителей ($p = 0,858$). Напротив, у женщин статистически значимые различия сохранялись и между указанными выше группами (t -критерий 4,6, $p < 0,001$) (табл. 9).

Изучена выявляемость коронарного кальция на клинически значимом уровне; таковым является значение кальциевого индекса ≥ 300 единиц (табл. 10).

Клинически значимый уровень кальциевого индекса (≥ 300 единиц) выявлен у 19 020 человек, что составило 61,8 % от числа лиц с выявленным коронарным кальцием.

Распространенность фактора риска коронарный кальций на клинически значимом уровне (кальциевый индекс ≥ 300 единиц) у населения г. Москвы составила 1,51 на 1000 человек.

В целом у 47,6 % (10 961) мужчин и 36,5 % (8059) женщин из числа лиц с выявленным фактором риска уровень кальциевого индекса был клинически значим. При этом различия у мужчин и женщин носили статистически значимый характер (χ^2 -критерий = 569, $p < 0,001$).

Большинство лиц, у которых при автоматизированном анализе результатов КТ выявлен коронарный кальций на клинически значимом уровне, относятся к группам пожилого (60–74) и старческого (75–90) возраста (по 42,0 %). Меньше всего обследованных относятся к группе лиц молодого возраста (1,0 %) и долгожителей (5,0 %). Для обоих полов эта тенденция аналогична.

Из числа лиц с выявленным коронарным кальцием клинически значимый уровень кальциевого индекса чаще всего встречался у долгожителей (61,8 %) и в старческом возрасте (55,8 %). Аналогичная тенденция имеется как у мужского (73,7 и 68,1 % соответственно), так и у женского населения (57,9 и 49,0 % соответственно). В популяции реже всего кальциевый индекс достигает клинически значимого значения у лиц молодого возраста (7,8 % случаев от числа всех лиц с данным фактором риска), аналогичная ситуация фиксируется и при изучении мужского и женского населения отдельно.

С возрастом отмечается линейный рост удельного веса лиц с клинически значимым значением кальциевого индекса: 7,8 % в молодом возрасте, 25,0 % – в среднем, 41,8 % – в пожилом, 55,8 % – в старческом, 61,8 % – у долгожителей. Аналогичная тенденция имеется и при расчетах отдельно для мужчин и женщин.

Выявлено, что в группе молодого возраста (18–44 лет) отсутствуют различия между мужчинами и женщинами в частоте встречаемости клинически значимого уровня коронарного кальция. Однако в последующих возрастных группах эти различия становятся все более выраженными и приобретают статистическую значимость. Наибольший «разрыв» отмечается в возрасте 60–74 лет: 5451 (53,4 %) против 2568 (28,6 %), χ^2 -критерий = 1200, $p < 0,001$.

Для выявления параметров, влияющих на риск наличия клинически значимого уровня коронарного

Таблица 9. Результаты апостериорного (post hoc) попарного сравнения кальциевого индекса между возрастными группами с поправкой по методу Тьюки (женщины)

Table 9. Tukey-adjusted [18] results of a post hoc pairwise comparison of the calcium score between age groups (women)

Сравнение / Compared age groups	Среднее значение / Mean	95 % ДИ / 95 % CI	t	P
45–49 vs 18–44	42,7	-53,2; 138,5	0,7	0,743
60–74 vs 18–44	242,8	155,5; 330,0	7,6	< 0,001
75–89 vs 18–44	478,8	391,5; 566,0	15,0	< 0,001
90 + vs 18–44	584,6	481,7; 687,5	15,5	< 0,001
60–74 vs 45–59	200,1	149,7; 250,5	10,8	< 0,001
75–89 vs 45–59	436,1	385,8; 486,4	23,7	< 0,001
90 + vs 45–59	541,9	467,7; 616,2	19,9	< 0,001
75–89 vs 60–74	236,0	205,0; 267,0	20,8	< 0,001
90 + vs 60–74	341,8	279,0; 404,6	14,9	< 0,001
90 + vs 75–89	105,8	43,1; 168,6	4,6	< 0,001

Таблица 10. Распределение лиц со значимым уровнем кальциевого индекса (≥ 300 единиц) по результатам автоматизированной морфометрии по возрастным группам

Table 10. Age distribution of subjects with a significant calcium score (≥ 300 units) according to automated morphometry results

Возрастная группа, лет / Age group, years	Мужчины / Men	Женщины / Women	Суммарно / Total
18–44	159/2047 (7,8 %)	48/609 (7,9 %)	207/2656 (7,8 %)
45–59	1573/5233 (30,1 %)	262/2114 (12,4 %)	1835/7347 (25,0 %)
60–74	5451/10 212 (53,4 %)	2568/8983 (28,6 %)	8019/19 195 (41,8 %)
75–89	3476/5107 (68,1 %)	4454/9095 (49,0 %)	7930/14 202 (55,8 %)
90 и более	302/410 (73,7 %)	727/1255 (57,9 %)	1029/1665 (61,8 %)
Суммарно / Total	10 961/23 009 (47,6 %)	8059/22 056 (36,5 %)	19 020/45 065 (61,8 %)
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-7-19>
Original Research Article

кальция, использована логистическая регрессия. Установлено, что отношение шансов выявления наличия клинически значимого коронарного кальция у мужчин по сравнению с женщинами того же возраста составляет 2,792 (95 % ДИ 2,672; 2,917; значение z-критерия 45,9, $p < 0,001$). Увеличение возраста на 5 лет в 1,373 раза увеличивает вероятность наличия данного фактора риска (95 % ДИ 1,361; 1,386; значение z-критерия 68,4, $p < 0,001$).

Построены и проанализированы динамические ряды удельного веса лиц со значимым уровнем кальциевого индекса для популяции в целом, отдельно для мужского и женского населения (табл. 11–13).

На общепопуляционном уровне отмечается постоянное увеличение с возрастом значения базисного абсолютного прироста (от 0,17 в группе 45–59 лет, до 0,54 у долгожителей); аналогична

ситуация с базисным коэффициентом роста – он увеличивается от 3,21 до 7,92 соответственно. Это означает, что с возрастом удельный вес лиц со значимым уровнем кальциевого индекса постоянно увеличивается. Вместе с тем интенсивность этого роста постоянно снижается. Если скорость роста в группах среднего и пожилого возраста составляет 0,17, то у долгожителей всего 0,06. Также наглядна динамика цепного коэффициента роста: он резко снижается почти в два раза (от 3,21 в возрасте 45–59 лет до 1,67 в возрасте 60–74 лет), затем также уменьшается, но уже более линейно (вплоть до 1,11 у долгожителей). Динамика темпов роста и прироста наглядно демонстрирует указанную выше тенденцию: скачкообразный рост удельного веса лиц со значимым уровнем кальциевого индекса в группе среднего возраста по сравнению с группой

Таблица 11. Динамический ряд показателя «удельный вес лиц со значимым уровнем кальциевого индекса» по данным автоматизированной морфометрии (общая выборка)

Table 11. The dynamic series of the proportion of subjects with a high (≥ 300) calcium score according to automated morphometry results (total sample)

Возрастная группа / Age group	Уровень / Level	Базисный абсолютный прирост / Basic absolute growth	Скорость роста / Growth rate	Коэффициент роста / Growth coefficient		Темп роста, % / Increase rate, %	Темп прироста, % / Increment rate, %	
				Базисный / Basic	Цепной / Chain		Базисный / Basic	Цепной / Chain
18–44	0,078	–	–	–	–	–	–	–
45–59	0,25	0,17	0,17	3,21	3,21	320,51	220,51	220,51
60–74	0,418	0,34	0,17	5,36	1,67	167,20	435,90	67,20
75–89	0,558	0,48	0,14	7,15	1,33	133,49	615,38	33,49
90 +	0,618	0,54	0,06	7,92	1,11	110,75	692,31	10,75

Таблица 12. Динамический ряд показателя «удельный вес лиц со значимым уровнем кальциевого индекса» по данным автоматизированной морфометрии (мужское население)

Table 12. The dynamic series of the proportion of subjects with a high (≥ 300) calcium score according to automated morphometry results (men)

Возрастная группа / Age group	Уровень / Level	Базисный абсолютный прирост / Basic absolute growth	Скорость роста / Growth rate	Коэффициент роста / Growth coefficient		Темп роста, % / Increase rate, %	Темп прироста, % / Increment rate, %	
				Базисный / Basic	Цепной / Chain		Базисный / Basic	Цепной / Chain
18–44	0,078	–	–	–	–	–	–	–
45–59	0,301	0,22	0,22	3,86	3,86	385,90	285,90	285,90
60–74	0,534	0,46	0,23	6,85	1,77	177,41	584,62	77,41
75–89	0,681	0,60	0,15	8,73	1,28	127,53	773,08	27,53
90 +	0,737	0,66	0,06	9,45	1,08	108,22	844,87	8,22

Таблица 13. Динамический ряд показателя «удельный вес лиц со значимым уровнем кальциевого индекса» по данным автоматизированной морфометрии (женское население)

Table 13. The dynamic series of the proportion of subjects with a high (≥ 300) calcium score according to automated morphometry results (women)

Возрастная группа / Age group	Уровень / Level	Базисный абсолютный прирост / Basic absolute growth	Скорость роста / Growth rate	Коэффициент роста / Growth coefficient		Темп роста, % / Increase rate, %	Темп прироста, % / Increment rate, %	
				Базисный / Basic	Цепной / Chain		Базисный / Basic	Цепной / Chain
18–44	0,079	–	–	–	–	–	–	–
45–59	0,124	0,05	0,05	1,57	1,57	156,96	56,96	56,96
60–74	0,286	0,21	0,16	3,62	2,31	230,65	262,03	130,65
75–89	0,49	0,41	0,20	6,20	1,71	171,33	520,25	71,33
90 +	0,579	0,50	0,09	7,33	1,18	118,16	632,91	18,16

18–44 лет; затем – линейное увеличение с возрастом со снижающейся интенсивностью (цепной темп прироста в группе 45–59 лет составляет 220,51 %, а у долгожителей всего 10,75 %).

У мужского населения удельный вес лиц со значимым уровнем кальциевого индекса также постоянно увеличивается с возрастом (базисный абсолютный прирост нарастает от 0,22 до 0,66). Так же как и на общепопуляционном уровне, имеет место скачкообразный рост в группе среднего возраста (темп роста – 385,90 %, темп прироста – 285,9 %). Затем рост сохраняется, но уже с гораздо меньшей интенсивностью: в пожилом возрасте темп прироста составляет уже 77,41 %, а у долгожителей – всего 8,22 %.

У женского населения имеет место несколько иная ситуация. Скачкообразный рост «смещен» и фиксируется в группе 60–74 лет. Соответственно, в среднем возрасте удельный вес женщин со значимым уровнем кальциевого индекса нарастает более плавно (скорость роста 0,05, цепной темп прироста 56,96 %), а в пожилом возрасте происходит скачок (скорость роста – 0,16, цепной темп прироста резко увеличивается до 130,65 %). В дальнейшем увеличение удельного веса сохраняется (вплоть до абсолютного прироста в 0,5 в группе долгожителей), но интенсивность этого процесса также снижается (темп роста уменьшается от 171,33 % в старческом возрасте до 118,61 % у долгожителей).

Обсуждение. Значимость коронарного кальция (кальциевого индекса) как фактора риска и фактического предиктора БСК показана в значительном количестве научных работ и не подвергается сомнению. Вместе с тем данные о его распространенности и выявляемости на популяционном уровне крайне ограничены. Нами впервые проведено действительно популяционное эпидемиологическое исследование, осуществление которого стало возможным благодаря наличию таких современных инструментов автоматизации, как технологии искусственного интеллекта.

В настоящее время искусственному интеллекту в медицине уделяется значительное внимание, о чем свидетельствует и динамика научных публикаций. Однако обычно его применение направлено на автоматизацию задач прогнозирования, диагностики, поддержки принятия решений о лечении [19, 20]. Нами же впервые использованы технологии искусственного интеллекта в контексте изучения общественного здоровья для проведения популяционного эпидемиологического исследования.

Наше утверждение подтверждается следующей публикацией. При обзоре 843 статей выявлены только 2, имеющие отношение к применению искусственного интеллекта в общественном здоровье. Первая работа посвящена поиску взаимосвязей между заболеваемостью, деятельностью масс-медиа и публичным информационным фоном. Вторая – проблемам де-идентификации пациентов в массивах электронных медицинских документов [21]. Иные публикации по этой тематике носят концептуальный и общетеоретический характер [22–25], что полностью подтверждает новизну нашей работы.

Технологии автоматизации являются лишь инструментом, в фокусе нашего внимания реальная распространенность факторов риска болезней системы кровообращения на популяционном уровне.

На международном уровне опубликованы данные лишь о выявляемости коронарного кальция в ограниченных группах населения. Например, по данным метаанализа в группе пациентов с сахарным диабетом ($n = 20\,999$) удельный вес лиц со значениями кальциевого индекса более 0 и более или равно 100 варьировался в пределах 29,3–86,0 и 22,8–65,0 % соответственно [9]. Полученные нами данные (61,4 и 61,8 % соответственно) также входили в указанные диапазоны, тяготея к верхним границам.

В группе лиц ($n = 19\,725$) в возрасте 30–45 лет без симптомов атеросклеротических поражений сердечно-сосудистой системы удельный вес людей со значением кальциевого индекса более 0 составил у мужчин 16,0–26,0 %, у женщин – 7,0–10,0 % (меньшее значение было у негроидной расы, большее – у европеоидной) [8]. В нашем исследовании у мужчин молодого (18–44 года) возраста этот показатель составил 20,2 %, у женщин – 6,6 %.

В научной литературе есть данные о влиянии возрастных и гендерных факторов на выявляемость коронарного кальция.

В одноцентровом исследовании группы женщин в Саудовской Аравии установлено, что возраст является предиктором значения кальциевого индекса (использована крайне ограниченная выборка из 918 женщин в возрасте 55 ± 11 лет) [7].

У жителей США наличие и количество бляшек с кальцинозом в группе бессимптомных пациентов ($n = 70\,320$) была выше у мужчин. Зафиксировано постоянное увеличение удельного веса лиц с коронарным кальцием по мере увеличения возраста [26].

По данным метаанализа 23 статей (число пациентов 20 999) установлено, что в группе пациентов с сахарным диабетом возраст и мужской пол являются факторами риска более высокого значения кальциевого индекса. Более высокое значение индекса значимо ассоциировалось с увеличением риска смерти (по любой причине), а также с развитием фатальных или нефатальных патологических состояний со стороны сердечно-сосудистой системы [9].

Оценка риска развития острых или хронических БСК нами не проводилась, но полученные демографические данные позволяют подтвердить результаты процитированного метаанализа. У мужчин вероятность наличия коронарного кальция в 3,564 раза выше, чем у женщин, а увеличение возраста на 5 лет в 1,616 раза увеличивает вероятность наличия данного фактора риска (вне зависимости от возраста). Таким образом, на популяционном уровне удельный вес лиц с выявляемым коронарным кальцием (в том числе на клинически значимом уровне) действительно увеличивается с возрастом. Вместе с тем нами установлено, что статистически значимые различия между мужчинами и женщинами есть во всех возрастных группах за исключением молодого возраста (то есть различия по полу проявляются с 45 лет и старше).

Выявленные нами тенденции возрастной динамики коронарного кальция вполне подтверждают предложенный ранее российскими учеными взгляд на кальциевый индекс как на интегральный маркер биологического возраста человека [27].

Результаты исследования позволяют сформулировать две основные рекомендации. Реальная распространенность кальциноза коронарных сосудов в популяции требует пересмотра подходов к организации массовых профилактических исследований, направленных на профилактику болезней системы кровообращения. При этом целесообразно развитие методологий оппортунистического скрининга на основе автоматизированного анализа биомедицинских данных. Технологии искусственного интеллекта применимы и должны использоваться в качестве инструментов изучения общественного здоровья.

Выводы

1. Впервые на популяционном уровне (для населения г. Москвы) установлена распространенность фактора риска БСК – коронарного кальция: 8,03 на 1000 человек. Распространенность данного фактор риска на клинически значимом уровне (кальциевый индекс ≥ 300 единиц) составляет 1,51 на 1000 человек.

2. Большинство лиц, у которых при КТ-исследованиях выявлен коронарный кальций, относятся к группе пожилого возраста (45,0 %), меньшинство – к группе лиц молодого возраста (3,0 %). На клинически значимом уровне коронарный кальций чаще всего встречается у обоих полов в пожилом (42,0 %) и старческом возрастах (42,0 %).

3. Впервые на популяционном уровне (для населения г. Москвы) проведена морфометрия коронарного кальция. Среднее значение кальциевого индекса в мужской популяции статистически значимо выше, чем в женской в каждой возрастной группе (у мужчин – 679,9 единицы (95 % ДИ 664,5; 695,2), у женщин – 431,3 единицы (95 % ДИ 421,0; 441,6)).

4. За исключением молодого возраста, в каждой возрастной группе коронарный кальций, в том числе на клинически значимом уровне, статистически значимо чаще выявляется у мужчин. Максимальны различия в среднем и пожилом возрастах, в том числе в пожилом возрасте наиболее выражены различия в удельном весе лиц с клинически значимым значением кальциевого индекса.

5. С возрастом среднее значение кальциевого индекса постоянно увеличивается, однако интенсивность этого процесса снижается, достигая минимума у мужчин – теряя статическую значимость в возрастной группе 90 и более лет. Интенсивность изменений кальциевого индекса с возрастом более выражена у мужчин.

6. В возрастной группе 45–59 лет независимо от пола имеет место тенденция скачкообразного увеличения удельного веса лиц с наличием коронарного кальция, в том числе на клинически значимом уровне.

7. Отношение шансов наличия коронарного кальция у мужчин по сравнению с женщинами того же возраста составляет 3,564 (95 % ДИ 3,472; 3,659), наличия клинически значимого коронарного кальция – 2,792 (95 % ДИ 2,672; 2,917).

8. Вне зависимости от пола увеличение возраста на 5 лет в 1,616 раза увеличивает вероятность наличия данного фактора риска (95 % ДИ 1,607; 1,624) и в 1,373 раза – наличия коронарного кальция на клинически значимом уровне (95 % ДИ 1,361; 1,386).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобякова О.С., Деев И.А., Куликов Е.С. и др. Хронические неинфекционные заболевания: эффекты сочетанного влияния факторов риска // Профилактическая медицина. 2019. Т. 22. № 2. С. 45–50. doi: 10.17116/profmed20192202145
2. Зеленина А.А., Шальнова С.А., Муромцева Г.А. и др. Региональная депривация и риск развития сердечно-сосудистых заболеваний по Фрамингемской шкале: данные ЭССЕ-РФ // Профилактическая медицина. 2023. Т. 26. № 1. С. 49–58. doi: 10.17116/profmed20232601149
3. Бадейникова К.К., Мамедов М.Н. Ранние маркеры атеросклероза: предикторы развития сердечно-сосудистых осложнений // Профилактическая медицина. 2023. Т. 26. № 1. С. 103–108. doi: 10.17116/profmed202326011103
4. Николаев А.Е., Шапиев А.Н., Коркунова О.А. и др. Возможность оценки коронарного кальция по данным ультра-низкодозной компьютерной томографии, используемой в проекте «Московский скрининг рака легкого» // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2021. Т. 17. № 3. С. 414–422. doi: 10.20996/1819-6446-2021-06-18
5. Hollenberg EJ, Lin F, Blaha MJ, *et al.* Relationship between coronary artery calcium and atherosclerosis progression among patients with suspected coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15(6):1063–1074. doi: 10.1016/j.jcmg.2021.12.015
6. Ashen MD, Carson KA, Ratchford EV. Coronary calcium scanning and cardiovascular risk assessment among firefighters. *Am J Prev Med*. 2022;62(1):18–25. doi: 10.1016/j.amepre.2021.06.005
7. Fathala A, Alreshoodi S, Rujajib MA, *et al.* Coronary artery calcium score in high-risk asymptomatic women in Saudi Arabia. *Ann Saudi Med*. 2015;35(4):298–302. doi: 10.5144/0256-4947.2015.298
8. Javaid A, Dardari ZA, Mitchell JD, *et al.* Distribution of coronary artery calcium by age, sex, and race among patients 30–45 years old. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(19):1873–1886. doi: 10.1016/j.jacc.2022.02.051
9. Sow MA, Magne J, Salle L, Nobecourt E, Preux PM, Aboyans V. Prevalence, determinants and prognostic value of high coronary artery calcium score in asymptomatic patients with diabetes: A systematic review and meta-analysis. *J Diabetes Complications*. 2022;36(8):108237. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2022.108237
10. Николаев А.Е., Блохин И.А., Лбова О.А., Дадакина И.С., Гомболевский В.А., Морозов С.П. Три клинически значимые находки при скрининге рака легких // Туберкулез и болезни легких. 2019. Т. 97. № 10. С. 37–44. doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-10-37-44
11. Журавлев К.Н., Васильева Е.Ю., Синицын В.Е., Шпектор А.В. Кальциевый индекс как скрининговый метод диагностики сердечно-сосудистых заболеваний // Российский кардиологический журнал. 2019;(12):153–161. doi: 10.15829/1560-4071-2019-12-153-161
12. Чичерина Е.Н., Лобанова Н.Ю. Роль индекса коронарного кальция в диагностике субклинического атеросклероза коронарных артерий у пациентов с факторами сердечно-сосудистого риска // Профилактическая медицина. 2019. Т. 22. № 3. С. 101–106. doi: 10.17116/profmed201922031101

13. Тюрин И.Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации // Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2018. Т. 1. № 4. С. 43–51. doi: 10.37174/2587-7593-2018-1-4-43-51
14. Kodenko MR, Vasilev YA, Vladzimirskyy AV, et al. Diagnostic accuracy of AI for opportunistic screening of abdominal aortic aneurysm in CT: A systematic review and narrative synthesis. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(12):3197. doi: 10.3390/diagnostics12123197
15. Pickhardt PJ. Value-added opportunistic CT screening: State of the art. *Radiology*. 2022;303(2):241–254. doi: 10.1148/radiol.211561
16. Васильев Ю.А., Владзимирский А.В., ред. Компьютерное зрение в лучевой диагностике: первый этап Московского эксперимента: Монография. М.: Издательские решения, 2022. 388 с.
17. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 1990;15(4):827–832. doi: 10.1016/0735-1097(90)90282-t
18. Tukey JW. Some selected quick and easy methods of statistical analysis. *Trans N Y Acad Sci*. 1953;16(2):88–97. doi: 10.1111/j.2164-0947.1953.tb01326.x
19. Kulkarni S, Seneviratne N, Baig MS, Khan АНА. Artificial intelligence in medicine: Where are we now? *Acad Radiol*. 2020;27(1):62–70. doi: 10.1016/j.acra.2019.10.001
20. Гусев А.В., Добридюк С.Л. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении // Информационное общество. 2017. № 4–5. С. 78–93.
21. Thiébaud R, Thiessard F; Section Editors for the IMIA Yearbook Section on Public Health and Epidemiology Informatics. Artificial intelligence in public health and epidemiology. *Yearb Med Inform*. 2018;27(1):207–210. doi: 10.1055/s-0038-1667082
22. Giansanti D. Artificial intelligence in public health: Current trends and future possibilities. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(19):11907. doi: 10.3390/ijerph191911907
23. Benke K, Benke G. Artificial intelligence and big data in public health. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(12):2796. doi: 10.3390/ijerph15122796
24. Гусев А.В. Перспективы применения больших данных в Российском здравоохранении // Московская медицина. 2022. № 1 (47). С. 26–30.
25. Шарова Д.Е., Зинченко В.В., Ахмад Е.С., Мокиенко О.А., Владзимирский А.В., Морозов С.П. К вопросу об этических аспектах внедрения систем искусственного интеллекта в здравоохранении // *Digital Diagnostics*. 2021. Т. 2. № 3. С. 356–368. doi: 10.17816/DD77446
26. Wang F, Rozanski A, Dey D, et al. Age- and gender-adjusted percentiles for number of calcified plaques in coronary artery calcium scanning. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2019;13(6):319–324. doi: 10.1016/j.jcct.2018.12.001
27. Ройтберг Г.Е., Сланикова И.Д., Давыдова А.Ш. Кальциевый индекс: прогностическая значимость для сердечно-сосудистых и других заболеваний // *Терапия*. 2021. Т. 7. № 6 (48). С. 81–90. doi: 10.18565/therapy.2021.6.81-90
1. Kobyakova OS, Deev IA, Kulikov ES, et al. Chronic noncommunicable diseases: combined effects of risk factors. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2019;22(2):45–50. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20192202145
2. Zelenina AA, Shalnova SA, Muromtseva GA, et al. Regional deprivation and risk of developing cardiovascular diseases (Framingham Risk Score): data from ESSE-RF. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2023;26(1):49–58. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20232601149
3. Badeinikova KK, Mamedov MN. Early markers of atherosclerosis: Predictors of cardiovascular events. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2023;26(1):103–108. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20232601103
4. Nikolaev AE, Shapiev AN, Korkunova OA, et al. Ability of evaluation coronary calcium index based on ultra-low-dose computed tomography used in Moscow Lung Cancer Screening project. *Ratsional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii*. 2021;17(3):414–422. (In Russ.) doi: 10.20996/1819-6446-2021-06-18
5. Hollenberg EJ, Lin F, Blaha MJ, et al. Relationship between coronary artery calcium and atherosclerosis progression among patients with suspected coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15(6):1063–1074. doi: 10.1016/j.jcmg.2021.12.015
6. Ashen MD, Carson KA, Ratchford EV. Coronary calcium scanning and cardiovascular risk assessment among firefighters. *Am J Prev Med*. 2022;62(1):18–25. doi: 10.1016/j.amepre.2021.06.005
7. Fathala A, Alreshoodi S, Rujab MA, et al. Coronary artery calcium score in high-risk asymptomatic women in Saudi Arabia. *Ann Saudi Med*. 2015;35(4):298–302. doi: 10.5144/0256-4947.2015.298
8. Javaid A, Dardari ZA, Mitchell JD, et al. Distribution of coronary artery calcium by age, sex, and race among patients 30–45 years old. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(19):1873–1886. doi: 10.1016/j.jacc.2022.02.051
9. Sow MA, Magne J, Salle L, Nobecourt E, Preux PM, Aboyans V. Prevalence, determinants and prognostic value of high coronary artery calcium score in asymptomatic patients with diabetes: A systematic review and meta-analysis. *J Diabetes Complications*. 2022;36(8):108237. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2022.108237
10. Nikolaev AE, Blokhin IA, Lbova OA, Dadakina IS, Gombolevskiy VA, Morozov SP. Three clinically relevant findings in lung cancer screening. *Tuberkulez i Bolezni Legkikh*. 2019;97(10):37–44. (In Russ.) doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-10-37-44
11. Zhuravlev KN, Vasilieva EYu, Sinitsyn VE, Spector AV. Calcium score as a screening method for cardiovascular disease diagnosis. *Rossiyskiy Kardiologicheskiy Zhurnal*. 2019;24(12):153–161. (In Russ.) doi: 10.15829/1560-4071-2019-12-153-161
12. Chicherina EN, Lobanova NYu. Role of coronary artery calcium scores in the diagnosis of subclinical coronary artery atherosclerosis in patients with cardiovascular risk factors. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2019;22(3):101–106. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed201922031101
13. Tyurin IE. Radiology in the Russian Federation. *Onkologicheskiy Zhurnal: Luhevaya Diagnostika, Luhevaya Terapiya*. 2018;1(4):43–51. (In Russ.) doi: 10.37174/2587-7593-2018-1-4-43-51
14. Kodenko MR, Vasilev YA, Vladzimirskyy AV, et al. Diagnostic accuracy of AI for opportunistic screening of abdominal aortic aneurysm in CT: A systematic review and narrative synthesis. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(12):3197. doi: 10.3390/diagnostics12123197
15. Pickhardt PJ. Value-added opportunistic CT screening: State of the art. *Radiology*. 2022;303(2):241–254. doi: 10.1148/radiol.211561
16. Vasilev YuA, Vladzimirskiy AV, eds. [Computer Vision in Diagnostic Radiology: The First Stage of the Moscow Experiment.] 2nd ed. Moscow: Izdatel'skie Resheniya Publ.; 2022. (In Russ.)
17. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J*

REFERENCES

1. Kobyakova OS, Deev IA, Kulikov ES, et al. Chronic noncommunicable diseases: combined effects of risk factors. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2019;22(2):45–50. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20192202145
2. Zelenina AA, Shalnova SA, Muromtseva GA, et al. Regional deprivation and risk of developing cardiovascular diseases (Framingham Risk Score): data from ESSE-RF. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2023;26(1):49–58. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20232601149
3. Badeinikova KK, Mamedov MN. Early markers of atherosclerosis: Predictors of cardiovascular events. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2023;26(1):103–108. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20232601103
4. Nikolaev AE, Shapiev AN, Korkunova OA, et al. Ability of evaluation coronary calcium index based on ultra-low-dose computed tomography used in Moscow Lung Cancer Screening project. *Ratsional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii*. 2021;17(3):414–422. (In Russ.) doi: 10.20996/1819-6446-2021-06-18
5. Hollenberg EJ, Lin F, Blaha MJ, et al. Relationship between coronary artery calcium and atherosclerosis progression among patients with suspected coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15(6):1063–1074. doi: 10.1016/j.jcmg.2021.12.015
6. Ashen MD, Carson KA, Ratchford EV. Coronary calcium scanning and cardiovascular risk assessment among firefighters. *Am J Prev Med*. 2022;62(1):18–25. doi: 10.1016/j.amepre.2021.06.005
7. Fathala A, Alreshoodi S, Rujab MA, et al. Coronary artery calcium score in high-risk asymptomatic women in Saudi Arabia. *Ann Saudi Med*. 2015;35(4):298–302. doi: 10.5144/0256-4947.2015.298
8. Javaid A, Dardari ZA, Mitchell JD, et al. Distribution of coronary artery calcium by age, sex, and race among patients 30–45 years old. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(19):1873–1886. doi: 10.1016/j.jacc.2022.02.051
9. Sow MA, Magne J, Salle L, Nobecourt E, Preux PM, Aboyans V. Prevalence, determinants and prognostic value of high coronary artery calcium score in asymptomatic patients with diabetes: A systematic review and meta-analysis. *J Diabetes Complications*. 2022;36(8):108237. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2022.108237
10. Nikolaev AE, Blokhin IA, Lbova OA, Dadakina IS, Gombolevskiy VA, Morozov SP. Three clinically relevant findings in lung cancer screening. *Tuberkulez i Bolezni Legkikh*. 2019;97(10):37–44. (In Russ.) doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-10-37-44
11. Zhuravlev KN, Vasilieva EYu, Sinitsyn VE, Spector AV. Calcium score as a screening method for cardiovascular disease diagnosis. *Rossiyskiy Kardiologicheskiy Zhurnal*. 2019;24(12):153–161. (In Russ.) doi: 10.15829/1560-4071-2019-12-153-161
12. Chicherina EN, Lobanova NYu. Role of coronary artery calcium scores in the diagnosis of subclinical coronary artery atherosclerosis in patients with cardiovascular risk factors. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2019;22(3):101–106. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed201922031101
13. Tyurin IE. Radiology in the Russian Federation. *Onkologicheskiy Zhurnal: Luhevaya Diagnostika, Luhevaya Terapiya*. 2018;1(4):43–51. (In Russ.) doi: 10.37174/2587-7593-2018-1-4-43-51
14. Kodenko MR, Vasilev YA, Vladzimirskyy AV, et al. Diagnostic accuracy of AI for opportunistic screening of abdominal aortic aneurysm in CT: A systematic review and narrative synthesis. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(12):3197. doi: 10.3390/diagnostics12123197
15. Pickhardt PJ. Value-added opportunistic CT screening: State of the art. *Radiology*. 2022;303(2):241–254. doi: 10.1148/radiol.211561
16. Vasilev YuA, Vladzimirskiy AV, eds. [Computer Vision in Diagnostic Radiology: The First Stage of the Moscow Experiment.] 2nd ed. Moscow: Izdatel'skie Resheniya Publ.; 2022. (In Russ.)
17. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J*

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-7-19>

Original Research Article

- Am Coll Cardiol.* 1990;15(4):827-832. doi: 10.1016/0735-1097(90)90282-t
18. Tukey JW. Some selected quick and easy methods of statistical analysis. *Trans N Y Acad Sci.* 1953;16(2):88-97. doi: 10.1111/j.2164-0947.1953.tb01326.x
 19. Kulkarni S, Seneviratne N, Baig MS, Khan AHA. Artificial intelligence in medicine: Where are we now? *Acad Radiol.* 2020;27(1):62-70. doi: 10.1016/j.acra.2019.10.001
 20. Gusev AV, Dobridnyuk SL. Artificial intelligence in medicine and healthcare. *Informatsionnoe Obshchestvo.* 2017;(4-5):78-93. (In Russ.)
 21. Thiébaud R, Thiessard F; Section Editors for the IMIA Yearbook Section on Public Health and Epidemiology Informatics. Artificial intelligence in public health and epidemiology. *Yearb Med Inform.* 2018;27(1):207-210. doi: 10.1055/s-0038-1667082
 22. Giansanti D. Artificial intelligence in public health: Current trends and future possibilities. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(19):11907. doi: 10.3390/ijerph191911907
 23. Benke K, Benke G. Artificial intelligence and big data in public health. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(12):2796. doi: 10.3390/ijerph15122796
 24. Gusev AV. [Prospects for using big data in Russian healthcare.] *Moskovskaya Meditsina.* 2022;(1(47)):26-30. (In Russ.)
 25. Sharova DE, Zinchenko VV, Akhmad ES, Mokienko OA, Vladzimirskyy AV, Morozov SP. On the issue of ethical aspects of the artificial intelligence systems implementation in healthcare. *Digital Diagnostics.* 2021;2(3):356-368. (In Russ.) doi: 10.17816/DD77446
 26. Wang F, Rozanski A, Dey D, et al. Age- and gender-adjusted percentiles for number of calcified plaques in coronary artery calcium scanning. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2019;13(6):319-324. doi: 10.1016/j.jcct.2018.12.001
 27. Roytberg GE, Slastnikova ID, Davydova ASH. Coronary artery calcium: prognostic value for cardiovascular and non-cardiovascular diseases. *Terapiya.* 2021;7(6(48)):81-90. (In Russ.) doi: 10.18565/therapy.2021.6.81-90

Сведения об авторах:

Васильев Юрий Александрович – к.м.н., директор; e-mail: npcmmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0208-5218>.

Гончарова Инна Владимировна – заведующий отделом – врач-рентгенолог; e-mail: npcmmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3662-8601>.

✉ **Владзимирский** Антон Вячеславович – д.м.н., профессор, заместитель директора по научной работе; e-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>.

Шулькин Игорь Михайлович – заместитель директора по перспективному развитию; e-mail: npcmmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7613-5273>.

Арзамасов Кирилл Михайлович – к.м.н., руководитель отдела медицинской информатики, радиомики и радиогеномики; e-mail: npcmmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7786-0349>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Васильев Ю.А., Владзимирский А.В.*; сбор данных: *Гончарова И.В., Шулькин И.М., Арзамасов К.М.*; анализ и интерпретация результатов, литературный обзор: *Гончарова И.В., Владзимирский А.В.*; подготовка рукописи: *Гончарова И.В., Владзимирский А.В., Арзамасов К.М.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование основано на результатах Эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы, утвержденного этическим комитетом (выписка из протокола № 2 НЭК МРО РОПР от 20 февраля 2020 года), также зарегистрированного на ClinicalTrials (NCT04489992).

Финансирование: исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы «Научные методологии устойчивого развития технологий искусственного интеллекта в медицинской диагностике», регистрационный номер ЕГИСУ: 123031500004-5.

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

Статья получена: 31.03.23 / Принята к публикации: 25.05.23 / Опубликована: 30.06.23

Author information:

Yuriy A. **Vasilev**, Cand. Sci. (Med.), Director; e-mail: npcmmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0208-5218>.

Inna V. **Goncharova**, Head of Department, Radiologist; e-mail: npcmmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3662-8601>.

✉ Anton V. **Vladzimirskyy**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Scientific Work; e-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>.

Igor M. **Shulkin**, Deputy Director for Prospective Development; e-mail: npcmmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7613-5273>.

Kirill M. **Arzamasov**, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Medical Informatics, Radiomics and Radiogenomics; e-mail: npcmmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7786-0349>.

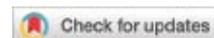
Author contributions: study conception and design: *Vasilev Yu.A., Vladzimirskyy A.V.*; data collection: *Goncharova I.V., Shulkin I.M., Arzamasov K.M.*; analysis and interpretation of results, literature review: *Goncharova I.V., Vladzimirskyy A.V.*; draft manuscript preparation: *Goncharova I.V., Vladzimirskyy A.V., Arzamasov K.M.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: This study is based on the results of the Experiment on the use of innovative technologies in the field of computer vision for analysis of medical images and further application in the Moscow Healthcare System approved by the Ethics Committee of the Moscow Regional Branch of the Russian Society of Radiologists (protocol No. 2 of February 20, 2020), also registered with ClinicalTrials.gov (NCT04489992).

Funding: The study was conducted within the research project *Evidence-Based Methodologies for Sustainable Development of Artificial Intelligence in Medical Imaging*, EGISU registration number: 123031500004-5.

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

Received: March 31, 2023 / Accepted: May 25, 2023 / Published: June 31, 2023



Прогнозирование заболеваемости болезнями органов пищеварения на территории Российской Федерации

М.З. Ермолицкая

ФГБУН «Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН»,
ул. Радио, д. 5, г. Владивосток, 690041, Российская Федерация
ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет»,
ул. Гоголя, д. 41, г. Владивосток, 690014, Российская Федерация

Резюме

Введение. Проблема болезней органов пищеварения имеет выраженную социальную и экономическую направленность, так как нередко приводит к длительной временной нетрудоспособности, инвалидности и смертности. Исследование структуры заболеваемости, анализ ее показателей позволяют совершенствовать профилактические мероприятия по снижению заболеваемости на региональном уровне и в стране в целом.

Цель исследования – построение краткосрочного прогноза заболеваемости болезнями органов пищеварения на территории Российской Федерации.

Материалы и методы. Временной ряд данных получен на основе статистических данных Федеральной службы государственной статистики за период с 1990 по 2021 год. Для исследования временного ряда использовали критерии Фостера – Стюарта, Дики – Фуллера и тест Квятковского – Филлипса – Шмидта – Шина. Прогнозирование осуществляли с помощью моделей Хольта – Винтерса и Бокса – Дженкинса. В качестве оценок точности прогноза рассчитывали значения средней абсолютной ошибки и среднеквадратической ошибки.

Результаты. Исследование временного ряда по заболеваемости болезнями органов пищеварения позволило построить прогнозную модель. Полученные результаты показывают рост заболеваемости болезнями органов пищеварения в России с 2021 года, что соответствует статистическим данным Росстата.

Заключение. Предсказанные с помощью разработанной прогнозной модели значения подтверждают наличие роста заболеваемости болезнями органов пищеварения среди населения Российской Федерации.

Ключевые слова: анализ временных рядов, прогнозирование, болезни органов пищеварения.

Для цитирования: Ермолицкая М.З. Прогнозирование заболеваемости болезнями органов пищеварения на территории Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 20–26. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-20-26>

Time Series Forecasting of the Incidence of Digestive Diseases in the Russian Federation

Marina Z. Ermolitskaya

Institute of Automation and Control Processes, 5 Radio Street, Vladivostok, 690041, Russian Federation
Vladivostok State University, 41 Gogol Street, Vladivostok, 690014, Russian Federation

Summary

Introduction: The problem of diseases of the digestive system has a pronounced social and economic impact, as it often leads to long-term sick leave, disability, and mortality. The study of the structure of gastrointestinal disease incidence and the analysis of its rates facilitate improvement of preventive measures aimed at reducing the incidence both at the regional and national levels.

Objective: To make a short-term forecast of the incidence of gastrointestinal diseases in the Russian Federation.

Materials and methods: The time series of data was retrieved from statistics of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation (Rosstat) for the years 1990–2021 and studied using the Foster–Stuart, Dickey–Fuller, and Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin tests. Forecasting was carried out using the Holt–Winters and Box–Jenkins models. The mean absolute error and root mean square error were estimated to evaluate the forecast accuracy.

Results: The time series study of the incidence of digestive diseases has helped build a predictive model. Its findings show an increase in the incidence of gastrointestinal disorders in the country since 2021, which complies with Rosstat data.

Conclusion: The forecasts made using the developed predictive model confirm the rising incidence of diseases of the digestive system in the population of the Russian Federation.

Keywords: time series analysis, forecasting, diseases of the digestive system.

For citation: Ermolitskaya MZ. Time series forecasting of the incidence of digestive diseases in the Russian Federation. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):20–26. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-20-26>

Введение. Болезни органов пищеварения (БОП) являются одной из актуальных медико-социальных проблем здравоохранения. Удельный вес БОП в структуре общей заболеваемости в Российской Федерации постепенно снижается (в 2000 г. – 8,04 %, 2010 г. – 7,11 %, 2020 г. – 6,47 %), в то время как количество умерших от этого заболевания возрастает (в 2000 г. – 44 случая на 100 000 человек,

2010 г. – 64,4 случая, 2020 г. – 73,3 случая). Согласно статистическим данным в 2020 году наибольшее количество зарегистрированных больных с диагнозом, установленным впервые в жизни, было выявлено в Дальневосточном и Северо-Кавказском федеральных округах (35,1 и 34,9 случая на 1000 человек населения соответственно), наименьшее количество – в Центральном федеральном округе

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-20-26>
Original Research Article

(18,6 случая на 1000 человек)¹. В структуре заболеваемости наиболее распространены следующие нозологические формы: гастриты, дуодениты, болезни желчного пузыря и желчевыводящих путей².

Проблема болезней органов пищеварения носит ярко выраженную социальную и экономическую направленность, так как нередко приводит к длительной временной нетрудоспособности, инвалидности и смертности. Качество и доступность медицинской помощи, а также поддержание здорового образа жизни, отказ от вредных привычек способствуют сокращению показателей заболеваемости, что диктуется социально ориентированной политикой государства и согласуется с основной задачей федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография».

Применение методов статистического анализа, а также современных методов моделирования и машинного обучения позволяет исследовать структуру и динамику заболеваемости, выявлять значимые показатели, предопределяющие ее, и прогнозировать заболеваемость населения с учетом территориально-географических, социально-экологических, санитарно-гигиенических и других факторов [1–13]. Результаты таких исследований необходимы для усиления профилактической направленности здравоохранения, внедрения мониторинговых подходов к слежению за состоянием здоровья населения в административно-территориальных единицах России и по стране в целом.

Цель исследования – построение краткосрочного прогноза заболеваемости болезнями органов пищеварения на территории Российской Федерации.

Материалы и методы. Исследованию подлежали данные по заболеваемости болезнями органов пищеварения (зарегистрированных больных с диагнозом, установленным впервые в жизни, на 1000 человек населения) в РФ за 32-летний период (с 1990 по 2021 год). Выборка данных получена из материалов официального сайта Федеральной службы государственной статистики.

Сбор, статистическую обработку и анализ данных осуществляли в программе RStudio Pro (Version 2022.12.0 Build 353.pro20). Проверку нулевых гипотез

проводили методом Р. Фишера на заданном уровне значимости 0,05 [14].

Проанализированы характеристики временного ряда заболеваемости болезнями органов пищеварения всего населения России. Наличие тенденции и сезонности в ряде наблюдений проверяли с помощью расчета коэффициентов автокорреляции и построения коррелограммы (функции `acf{stats}`, `pacf{stats}`, `tsdisplay{forecas}`). Дополнительно использовали критерий Фостера – Стюарта для проверки наличия тренда в средних значениях и в дисперсиях. Для выявления сезонности в данных воспользовались тестом Манна – Кендалла с поправкой на сезонные колебания (`SeasonalMannKendall {Kendall}`). Проверку временного ряда на стационарность проводили с использованием расширенного теста Дики – Фуллера (ADF) (функция `adf.test{tseries}`) и теста Квятковского – Филлипса – Шмидта – Шина (KPSS) (`kps.test{tseries}`). Прогнозирование временного ряда по данным с 1990 по 2020 год осуществляли с помощью модели экспоненциального сглаживания Хольта – Уинтерса (`HoltWinters{stats}`) и интегрированной модели авторегрессии Бокса – Дженкинса (`arima{forecast}`). В качестве оценок точности прогноза рассчитывали значения средней абсолютной ошибки (MAE) и среднеквадратической ошибки (MSE, RMSE (корень квадратный из MSE)). Взаимосвязь между наблюдаемыми и прогнозными значениями заболеваемости проверяли с помощью расчета коэффициента корреляции Спирмена. Данные за 2021 год использовали для сравнения с прогнозным значением.

Результаты. Анализ динамики заболеваемости населения РФ болезнями органов пищеварения показал, что наибольшие значения зарегистрированных больных с диагнозом, установленным впервые в жизни, наблюдались в 1995 и 2014 годах (36,3 и 36,6 случая на 1000 человек населения соответственно), наименьшее значение – в 2020 году (26,3 случая). Снижение показателей в 2019 и 2020 годах обусловлено эпидемиологической обстановкой по COVID-19, из-за которой диспансеризация населения была приостановлена и процесс выявления заболеваний был затруднен (рис. 1).

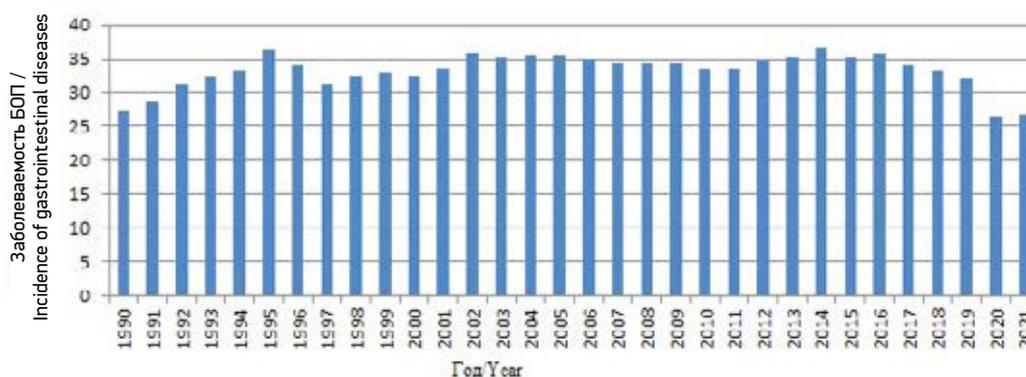


Рис. 1. Динамика заболеваемости органов пищеварения населения РФ (зарегистрировано больных с диагнозом, установленным впервые в жизни) на 1000 человек населения

Fig. 1. Incidence rates of gastrointestinal diseases in the Russian Federation (per 1,000 population), 1990–2021

¹ Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс.] Доступно по: <https://rosstat.gov.ru>.

² Здравоохранение в России. 2021: Стат. сб. М.: Росстат, 2021. 171 с.

Для исследования зависимости между уровнями временного ряда заболеваемости БОП воспользовались автокорреляционной функцией, график которой представлен на рис. 2. Значимыми считаются значения, лежащие выше (ниже) доверительного интервала.

График частичной автокорреляции в отличие от графика автокорреляции исключает влияние промежуточных уровней ряда.

Согласно полученным графикам значимых коэффициентов корреляции нет (полученные значения корреляции по модулю меньше критических значений). При этом можно видеть слабовыраженную цикличность с периодом, составляющим примерно 5 временных шагов.

Согласно критерию Фостера – Стюарта ($t = 2,021627$) и метода сравнения средних ($t = 0,3026937$) в данных отсутствует тенденция изменения дисперсий, но обнаружена тенденция в средних значениях. Проверка на наличие сезонности в данных показала отсутствие

сезонности в ряде наблюдений ($\tau = 0,142$, 2-sided p -value = 0,25606). При этом временной ряд является нестационарным (p -value = 0,9064 по тесту ADF и p -value = 0,02891 по KPSS), т. е. имеет некоторую структуру, зависящую от времени.

При прогнозировании временного ряда наилучшая модель получена с использованием метода Хольта – Винтерса (HW) с параметрами $\beta = \text{FALSE}$, $\gamma = \text{FALSE}$, $\alpha = 0,99$ (таблица).

На рис. 3 представлены результаты прогнозирования заболеваемости болезнями органов пищеварения в Российской Федерации.

Динамики наблюдаемых и предсказанных значений заболеваемости БОП схожи (коэффициент корреляции между ними равен 0,999 (HW)). Прогноз заболеваемости на 2021 год по методу Хольта – Винтерса составил 26,899 [23,538, 30,262] случая на 1000 человек населения; по методу Бокса – Дженкинса – 27,45 [24,87, 30,04] случая; по данным Росстата – 26,9 случая.

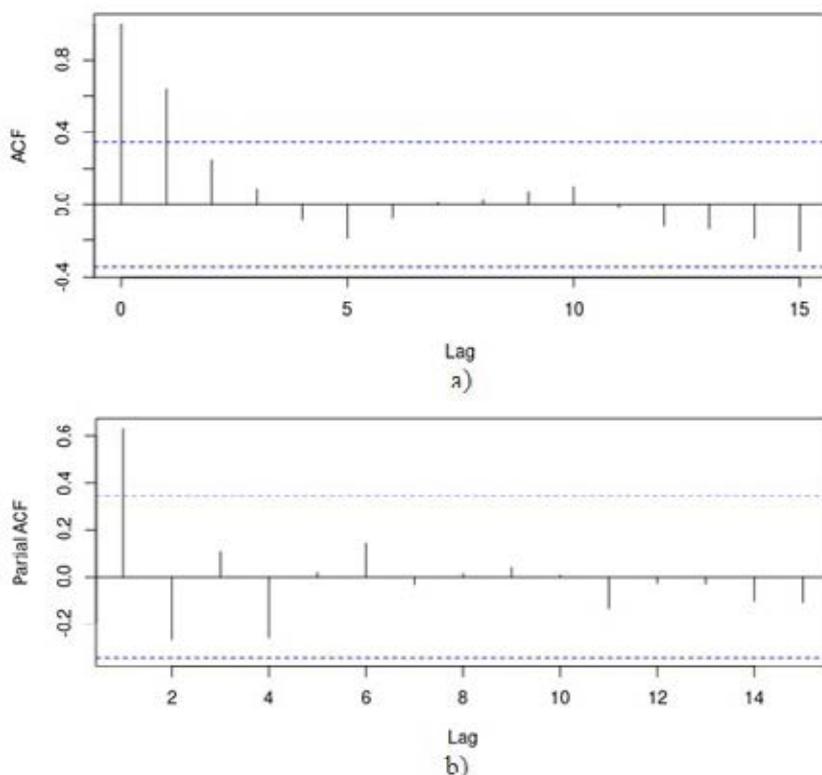


Рис. 2. Графики функции: а) автокорреляции (ACF) и б) частичной автокорреляции (Partial ACF); пунктирные линии – доверительный интервал; Lag – лаг (число периодов, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции между парами элементов ряда)

Fig. 2. Graphs of the autocorrelation function (ACF) (a) and partial autocorrelation (Partial ACF) (b); dotted lines – confidence interval; Lag – lag (number of periods for which the autocorrelation coefficient between pairs of series elements is calculated)

Таблица. Оценки точности прогноза
Table. Forecast accuracy estimates

Метод / Method	MAE	MSE	RMSE
HW	9,058e-05	1,590e-08	0,0001
ARIMA (2, 0, 7)	0,825	1,490	1,221

Примечание: MAE – средняя абсолютная ошибка, MSE – среднеквадратическая ошибка, RMSE – корень квадратный из MSE.
 Abbreviations: MAE, mean absolute error; MSE, mean squared error; RMSE, root mean square error.

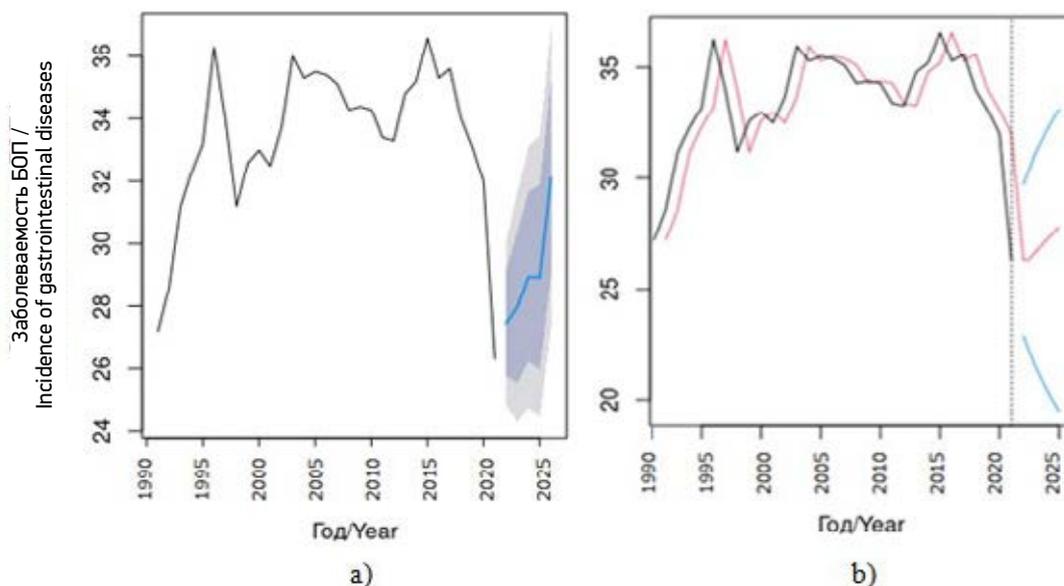


Рис. 3. Графики обследуемых и предсказанных значений заболеваемости болезнями органов пищеварения в Российской Федерации: а) метод Бокса – Дженкинса (синяя линия – прогноз), б) метод Хольта – Винтерса (красная линия – прогноз)

Fig. 3. Observed and predicted incidence rates of gastrointestinal diseases in the Russian Federation: (a) Box–Jenkins method (blue graph – prediction), (b) Holt–Winters method (red graph – prediction)

Обсуждение. Результаты краткосрочного прогнозирования показывают рост заболеваемости болезнями органов пищеварения в России с 2021 года, что соответствует статистическим данным Росстата. Это можно объяснить снятием некоторых ограничений по COVID-19, возобновлением диспансеризации определенных групп взрослого населения. В 2019 году профилактические осмотры прошли 94,4 % взрослого населения, в 2020 году – 58,4 %, в 2021 году – 62 %. Раннее выявление заболеваемости способствует своевременному лечению и коррекции модифицированных факторов риска, влияющих на возникновение и развитие БОП [15–17]. Согласно исследованиям других авторов, к внешним факторам можно отнести: вредные привычки (потребление алкоголя, табакокурение), стрессы, нерациональное питание с увеличением доли генно-модифицированных и некачественных продуктов [18–28]. При этом следует особое внимание уделять региональным особенностям, таким как климатические характеристики, уровень естественного иммунитета населения, состояние системы здравоохранения, уровень и качество жизни населения [29, 30]. В совокупности эти факторы оказывают влияние на неравномерность распределения показателей заболеваемости и смертности на территории Российской Федерации.

Результаты данного исследования позволяют проследить динамику заболевания БОП в РФ и могут быть полезными при планировании профилактических мероприятий по улучшению качества жизни и снижению заболеваемости населения. В дальнейшем предполагается проведение статистического анализа данных по заболеваемости БОП с учетом внешних факторов и региональной принадлежности.

Заключение. Предсказанные с помощью разработанной прогнозной модели значения подтверждают наличие роста заболеваемости болезнями органов пищеварения среди населения Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин С.В., Козлов Ю.С., Козлова Л.В. Прогнозирование развития уровня общей заболеваемости населения на территории Воронежской области // Вестник ВГТУ. 2011. Т. 7. № 3. С. 195–197. EDN: NTYFUN
2. Sekeroglu B, Tuncal K. Prediction of cancer incidence rates for the European continent using machine learning models. *Health Informatics J.* 2021;27(1):1460458220983878. doi: 10.1177/1460458220983878
3. Гурьянова Н.Е. Общая заболеваемость населения Удмуртской республики болезнями органов пищеварения и ее прогноз // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. 2020. № 4. С. 24–26. EDN: TWEKZL
4. Музалева Ю.А., Матвиенко Е.В., Телегина И.А., Разинькова Н.С., Жизневская И.И., Горбань Г.Э. Характеристика клинической картины заболеваний органов пищеварения у детей Курской области // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2019. Т. 18. № 4. С. 52–59.
5. Корочанская Н.В., Дурлештер В.М., Ковалевская О.В., Серикова С.Н., Попандопуло К.И. Показатели заболеваемости и смертности от болезней органов пищеварения в Краснодарском крае и качество оказания медицинской помощи гастроэнтерологическим пациентам // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2019. Т. 29. № 4. С. 30–37. doi: 10.22416/1382-4376-2019-29-4-30-37
6. Радченко О.Р., Уразманов А.Р., Валиев Р.И. Научное обоснование медико-гигиенических мероприятий по снижению заболеваемости болезнями органов пищеварения у подростков // Вестник современной

- клинической медицины. 2022. Т. 15. № 3. С. 80–86. doi: 10.20969/VSKM.2022.15(3).80–86
7. Бабенко А.И., Бравве Ю.И., Новоселов В.П., Томчук А.Л., Бабенко Е.А. Аналитические модели оценки распространенности патологии среди населения как элемент совершенствования социально-гигиенического мониторинга // Сибирский научный медицинский журнал. 2019. Т. 39. № 2. С. 116–123. doi: 10.15372/SSMJ201902017
 8. Шеенкова М.В., Серебряков П.В. Особенности субъективных и эндоскопических проявлений поражения желудочно-кишечного тракта в условиях воздействия промышленных аэрозолей // Медицина труда и экология человека. 2020. № 3 (23). С. 60–65. doi: 10.24412/2411-3794-2020-10308
 9. Pinho I, Santos JV, Dinis-Ribeiro M, Freitas A. Burden of digestive diseases in Portugal: trends in hospitalizations between 2000 and 2010. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2015;27(3):279-289. doi: 10.1097/MEG.0000000000000266
 10. Тарасова С.А. Прогнозирование временного ряда инфекционной заболеваемости // Программные продукты и системы. 2019. № 2. С. 337–342. doi: 10.15827/0236-235X.126.337-342
 11. Приземина И.Н., Луговсков А.Д., Знагован С.Ю., Козикова О.А., Перцова Ю.Г. Прогнозирование заболеваемости острыми кишечными инфекциями // *Medicus*. 2019. № 4 (28). С. 48–52.
 12. Загоруйченко А.А., Карпова О.Б. Актуальные подходы к прогнозированию и моделированию заболеваемости населения в России (обзор) // Санитарный врач. 2022. № 8. С. 596–606. doi: 10.33920/med-08-2208-07
 13. Филатова Е.Н., Солнцев Л.А. Смешанная техника прогнозирования инфекционной заболеваемости с применением методов декомпозиции временного ряда и SARIMA // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2019. № 3. С. 76–83. doi: 10.36233/0372-9311-2019-3-76-83
 14. Мاستицкий С.Э. (2020) Анализ временных рядов с помощью R. Ссылка активна на 29.03.2023. Доступно по: <https://ranalytics.github.io/tsa-with-r/>
 15. Еганян Р.А., Кушунина Д.В., Калинина А.М. Актуальность и результативность раннего выявления заболеваний органов пищеварения при диспансеризации взрослого населения России // Профилактическая медицина. 2017. Т. 20. № 3. С. 22–27. doi: 10.17116/profmed201720322-27
 16. Суздалькина В.М., Свиригина К.В., Мокашева Ев.Н., Мокашева Ек.Н. Гендерные особенности заболеваний желудочно-кишечного тракта // *European Journal of Natural History*. 2022. № 2. С. 65–70.
 17. Гурьянова Н.Е., Иванова М.А. Половозрастные характеристики пациентов с болезнями органов пищеварения и причины их обращения за медицинской помощью // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2022. № 1. С. 337–351. doi: 10.24412/2312-2935-2022-1-337-351
 18. Болкисева П.С., Фазылзянова А.Р., Ямщикова Т.В., Гурьянова Н.Е. Выявление факторов риска возникновения заболеваний органов пищеварения // *Modern Science*. 2020. № 12-2. С. 48–50.
 19. Храмов Д.А., Драгатов И.С., Тимофеенко Е.А., Борисова К.Н. Распространенность заболеваний органов пищеварения в Октябрьском районе Курской области за 2011–2018 гг. // *Авиценна*. 2019. № 45. С. 13–16.
 20. Дьяченко А.П. Рациональное питание как фактор профилактики болезней органов пищеварения // XXVII региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области: сборник статей. Под ред. Стаценко М.Е. Волгоград, 8 ноября 2020 г. Волгоград: ВГМУ, 2022. С. 72–75.
 21. Рыбочкина А.В., Дмитриева Т.Г., Фонарева Е.А. Заболевания органов пищеварения у детей и подростков с избыточной массой тела и ожирением в Республике Саха (Якутия) // *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Медицинские науки*. 2020. № 1 (18). С. 38–45. doi: 10.25587/SVFU.2020.18.61528
 22. Наумова А.С. Анализ факторов риска развития заболеваний органов желудочно-кишечного тракта // *Тверской медицинский журнал*. 2023. № 1. С. 260–263.
 23. Барановский А.Ю., Беляев А.М., Кондрашина Э.А. Показатели заболеваемости и смертности от болезней органов пищеварения в СЗФО России и меры, принимаемые по их снижению // *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2019. Т. 29. № 1. С. 36–46. doi: 10.22416/1382-4376-2019-29-1-36-46
 24. Шмакова Н.Н., Дмитриева Т.В., Дмитриев В.Н., Урсова М.А., Андреева Н.А., Пензев С.А. и др. Региональные особенности медико-демографических показателей здоровья населения Белгородской области (на примере болезней органов пищеварения за период 2000–2017 гг.). *Здоровье населения и среда обитания*. 2021. Т. 29, № 7. С. 57–66. doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-7-57-66
 25. Антипов М. О., Миндлина А. Я. Болезни органов пищеварения инфекционной и неинфекционной природы. Эпидемиологическая взаимосвязь // *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2019. Т. 18. № 1. С. 55–66. doi: 10.31631/2073-3046-2019-18-1-55-66
 26. Каусова Г.К., Булешов М.А., Утеулиев Е.С., Жақсылық А.А. Анализ заболеваемости органов пищеварения среди населения в Казахстане // *Вестник КАЗНМУ*. 2017. № 4. С. 300–302.
 27. Будаев Б.С., Кицұл И.С., Банзарова Л.П., Тармаева И.Ю., Богданова О.Г. Болезни органов пищеварения: структура и динамика на региональном уровне // *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2022. Т. 30, № 2. С. 232–238. doi: 10.32687/0869-866X-2022-30-2-232-238
 28. Кайгородова Т.В., Крюкова И.А. Влияние злоупотребления алкоголем на развитие неинфекционных заболеваний (аналитический обзор) // *Общественное здоровье*. 2021. Т. 1. № 2. С. 48–61. doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-2-48-61
 29. Гильфанова И.Р., Злобина А.Н. Медико-биологические проблемы населения, связанные с геохимическими характеристиками территории Феодосийского городского округа Республики Крым // *Вектор ГеоНаук*. 2020. Т. 3. № 4. С. 59–70. doi: 10.24411/2619-0761-2020-10045
 30. Сердюков М.А., Сердюкова Т.В. Особенности динамики общей заболеваемости от болезней органов пищеварения в Астраханской области // *Здоровье и образование в XXI веке*. 2016. Т. 18. № 11. С. 90–92.

REFERENCES

1. Golovin SV, Kozlov YS, Kozlova LV. Forecast of morbidity rate development in Voronezh region. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*. 2011;7(3):195-197. (In Russ.)
2. Sekeroglu B, Tuncal K. Prediction of cancer incidence rates for the European continent using machine learning models. *Health Informatics J*. 2021;27(1):1460458220983878. doi: 10.1177/1460458220983878
3. Guryanova NYe. General incidence of diseases of the digestive system and its prognosis. *Zdorov'e, Demografiya, Ekologiya Finno-Ugorskikh Narodov*. 2020;(4):24-26. (In Russ.)
4. Muzaleva YuA, Matvienko EV, Telegina IA, Razin'kova NS, Zhiznevskaja II, Gorban' GJe. Characteristic of clinical

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-20-26>
Original Research Article

- presentation of gastrointestinal tract diseases in children of Kursk region. *Vestnik Smolenskoj Gosudarstvennoj Meditsinskoj Akademii*. 2019;18(4):52-59. (In Russ.)
5. Korochanskaya NV, Durlsheter VM, Kovalevskaya OV, Serikova SN, Popandopulo KI. Indicators of morbidity and mortality from diseases of the digestive system in the Krasnodar Krai and the quality of medical care for gastroenterological patients. *Rossiyskiy Zhurnal Gastroenterologii, Hepatologii, Koloproktologii*. 2019;29(4):30-37. (In Russ.) doi: 10.22416/1382-4376-2019-29-4-30-37
 6. Radchenko OR, Urazmanov AR, Valiev RI. Scientific substantiation of medico-hygienic measures to reduce the incidence of digestive diseases in adolescents. *Vestnik Sovremennoy Klinicheskoy Meditsiny*. 2022;15(3):80-86. (In Russ.) doi: 10.20969/VSKM.2022.15(3).80-86
 7. Babenko AI, Bravve Yul, Novoselov VP, Tomchuk AL, Babenko EA. Analytical models of estimation of pathology prevalence among the population as an element of improvement of social and hygienic monitoring. *Sibirskiy Nauchnyy Meditsinskiy Zhurnal*. 2019;39(2):116-123. (In Russ.) doi: 10.15372/SSMJ201902017
 8. Sheenkova MV, Serebrjakov PV. Peculiarities of subjective and endoscopic manifestations of gastrointestinal tract lesions exposed to industrial aerosols. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2020;3(23):60-65. (In Russ.) doi: 10.24412/2411-3794-2020-10308
 9. Pinho I, Santos JV, Dinis-Ribeiro M, Freitas A. Burden of digestive diseases in Portugal: trends in hospitalizations between 2000 and 2010. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2015;27(3):279-289. doi: 10.1097/MEG.0000000000000266
 10. Tarasova SA. Forecasting time series of infectious morbidity. *Programmnye Produkty i Sistemy*. 2019;32(2):337-342. (In Russ.) doi: 10.15827/0236-235X.126.337-342
 11. Prizemina IN, Lugovskov AD, Znagovan SYu, Kozikova OA, Pertsova YuG. Prediction of the morbidity of acute intestinal infections. *Medicus*. 2019;4(28):48-52. (In Russ.)
 12. Zagoruychenko AA, Karpova OB. On the issue of methods for predicting the spread of diseases in the world (review). *Sanitarnyy Vrach*. 2022;8(8):596-606. (In Russ.) doi: 10.33920/med-08-2208-07
 13. Filatova EN, Solntsev LA. Mixed infectious disease forecasting technique, based upon seasonal decomposition and SARIMA. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 2019;3(3):76-83. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2019-3-76-83
 14. Mastitsky SE. [Time Series Analysis with R]. 2020. (In Russ.) Accessed March 29, 2023. <https://analytics.github.io/tsa-with-r/>
 15. Eganyan RA, Kushunina DV, Kalinina AM. The relevance and efficiency of early detection of digestive diseases during screening of the adult population of Russia. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2017;20(3):22-27. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed201720322-27
 16. Suzdalkina VM, Svirikina KV, Mokasheva EvN, Mokasheva EkN. Gender feature of diseases of the gastrointestinal tract. *European Journal of Natural History*. 2022;2(2):65-70. (In Russ.)
 17. Guryanova NE, Ivanova MA. Gender and age characteristics of patients with diseases of the digestive system and the reasons for their seeking medical help. *Sovremennye Problemy Zdravookhraneniya i Meditsinskoy Statistiki*. 2022;1(1):337-351. (In Russ.) doi: 10.24412/2312-2935-2022-1-337-351
 18. Bolkiseva PS, Fazylyzhanova AR, Yamshchikova TV, Guryanova NE. [Identification of risk factors for digestive diseases.] *Modern Science*. 2020;(12-2):48-50. (In Russ.)
 19. Chramtsov DA, Dragovoz IS, Timofeyenko EA, Borisova KN. The prevalence of diseases of the digestive bodies in the October district of the Kursk region for 2011–2018. *Avicenna*. 2019;(45):13-16. (In Russ.)
 20. Dyachenko AP. [Rational nutrition as a factor in prevention of diseases of the digestive system.] In: Statsenko ME, ed. *Proceedings of the 27th Regional Conference of Young Scientists and Researchers of the Volgograd Region, Volgograd, November 8, 2022*. Volgograd: Volgograd State Medical Univ. Publ.; 2022:72-75. (In Russ.)
 21. Rybochkina AV, Dmitrieva TG, Fonareva EA. Digestive system diseases in children and adolescents with overweight and obesity in the Sakha Republic (Yakutia). *Vestnik Severo-Vostochnogo Federal'nogo Universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya: Meditsinskie Nauki*. 2020;(1(18)):38-45. (In Russ.) doi: 10.25587/SVFU.2020.18.61528
 22. Naumova AS. Analysis of risk factors for the development of diseases of the gastrointestinal tract. *Tverskoy Meditsinskiy Zhurnal*. 2023;1(1):260-263. (In Russ.)
 23. Baranovsky AYu, Belyaev AM, Kondrashina EA. Morbidity and mortality rates from digestive diseases in the RF Northwestern Federal District (NWFD) and measures to reduce them. *Rossiyskiy Zhurnal Gastroenterologii, Hepatologii, Koloproktologii*. 2019;29(1):36-46. (In Russ.) doi: 10.22416/1382-4376-2019-29-1-36-46
 24. Shmakova NN, Dmitrieva TV, Dmitriev VN, et al. Regional characteristics of medical and demographic indicators of the population of the Belgorod Region based on the example of digestive diseases, 2000–2017. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;29(7):57-66. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-7-57-66
 25. Antipov MO, Mindlina AY. Infectious and non-infectious diseases of the digestive system. Epidemiological interrelation. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika*. 2019;18(1):55-66. (In Russ.) doi: 10.31631/2073-3046-2019-18-1-55-66
 26. Kausova GK, Buleshov MA, Uteuliev ES, Zhaksylyk AA. Analysis of the digestive system incidence among the population in Kazakhstan. *Vestnik Kazakhskogo Natsional'nogo Meditsinskogo Universiteta*. 2017;(4):300–302. (In Russ.)
 27. Budaev BS, Kitsul IS, Banzarova LP, Tarmaeva IYu, Bogdanova OG. The diseases of digestive apparatus: the structure and dynamics at regional level. *Problemy Sotsial'noy Gigieny, Zdravookhraneniya i Istorii Meditsiny*. 2022;30(2):232-238. (In Russ.) doi: 10.32687/0869-866X-2022-30-2-232-238
 28. Kaigorodova TV, Kryukova IA. The impact of alcohol abuse on the development of non-communicable diseases (analytical review). *Obshchestvennoe Zdorov'e*. 2021;(1(2)):48-61. (In Russ.) doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-2-48-61
 29. Gilfanova IR, Zlobina AN. Current medical-biological problems of the population related to geochemical characteristics of the territory of Feodosia urban okrug of the Republic of Crimea. *Vektor GeoNauk*. 2020;3(4):59-70. (In Russ.) doi: 10.24411/2619-0761-2020-10045
 30. Serdyukov MA, Serdyukova TV. The features of the dynamics of the total morbidity from diseases of the digestion in the Astrakhanian region. *Zdorov'e i Obrazovanie v XXI Veke*. 2016;18(11):90-92. (In Russ.)

Сведения об авторе:

✉ **Ермолицкая** Марина Захаровна – к.б.н., доцент, старший научный сотрудник лаборатории информационно-аналитических и управляющих систем и технологий ФГБУН «Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН»; доцент кафедры информационных технологий и систем ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет»; e-mail: ermmz@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2588-102X>.

Информация о вкладе автора: автор берет на себя ответственность за все аспекты работы над статьей.

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

Финансирование: исследование выполнено в рамках госзадания № 0202-2022-0002. Тема: разработка передовых методов и технологий создания интеллектуальных информационных и управляющих систем.

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

Статья получена: 04.04.23 / Принята к публикации: 25.05.23 / Опубликована: 30.06.23

Author information:

✉ Marina Z. **Ermolitskaya**, Cand. Sci. (Biol.), docent; Senior Researcher, Laboratory of Information, Analytical and Control Systems and Technologies, Institute of Automation and Control Processes, Associate Professor, Department of Information Technology and Systems, Vladivostok State University; e-mail: ermmz@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2588-102X>.

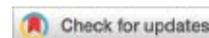
Author contribution: The author confirms sole responsibility for study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The work was carried out within the framework of state assignment No. 0202-2022-0002 for development of advanced methods and technologies for creating intelligent information and control systems.

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

Received: April 4, 2023 / Accepted: May 25, 2023 / Published: June 30, 2023



Уязвимые к ВИЧ-инфекции группы населения: поведение и профилактика

И.Б. Назарова¹, Р.С. Нестеров^{2,3}

¹ Институт социально-экономических проблем народонаселения имени Н.М. Римашевской – обособленное подразделение ФГБУН «Федеральный научно-исследовательский социологический центр РАН», Нахимовский пр., д. 32, г. Москва, 117218, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, Российская Федерация

Резюме

Введение. ВИЧ-инфекция является сложным хроническим заболеванием, а число новых случаев остается достаточно высоким, продолжает увеличиваться общее число россиян, живущих с ВИЧ, как среди мужчин, так и среди женщин. Численность всего зарегистрированных ВИЧ-инфицированных на конец 2021 года составила 851,8 тыс. человек. Проведенный анализ рискованного поведения уязвимых групп населения позволит актуализировать проблему самохранительного поведения и разработать комплекс профилактических мер при работе с группами повышенного риска в отношении ВИЧ-инфекции.

Цель исследования: изучить особенности самохранительного поведения одной из групп риска в отношении получения ВИЧ-инфекции – мужчин, практикующих секс с мужчинами.

Материалы и методы. В исследовании используется база данных за 2021 год, содержащая информацию в отношении мужчин, практикующих секс с мужчинами, – клиентов ВИЧ-сервисной НКО. Всего опрошено 3455 мужчин, у которых в течение последних двенадцати месяцев был секс с мужчинами, или тех, кто считают себя гомосексуалами. Исследование проведено на территории Москвы и Московской области благотворительным фондом «Поддержка социальных инициатив и общественного здравоохранения». Анализ полученных данных выполнен в программе Microsoft Excel, IBM SPSS Statistics 21.0.

Результаты. Исследование позволило определить основные детерминанты поведения и компоненты самохранительного поведения исследуемой группы.

Заключение. Представители исследуемой группы – клиенты ВИЧ-сервисной НКО практикуют рискованное поведение, имеют различные социальные заболевания, в том числе сочетанные, включая ВИЧ-инфекцию, что необходимо учитывать при разработке профилактических мероприятий для работы с данной группой населения.

Ключевые слова: ВИЧ-инфекция, мужчины, практикующие секс с мужчинами, самохранительное поведение.

Для цитирования: Назарова И.Б., Нестеров Р.С. Уязвимые к ВИЧ-инфекции группы населения: поведение и профилактика // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 27–35. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-27-35>

Populations Vulnerable to HIV Infection: Behavior and Prevention

Inna B. Nazarova,¹ Roman S. Nesterov^{2,3}

¹ N.M. Rimashevskaya Institute of Socio-Economic Studies of Population – Branch of the Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of the Russian Academy of Sciences, 32 Nakhimovsky Avenue, Moscow, 117218, Russian Federation

² Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, 6 Miklukho-Maklay Street, Moscow, 117198, Russian Federation

³ Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanov Street, Moscow, 117997, Russian Federation

Summary

Introduction: HIV infection is a complex chronic disease, the incidence of which remains quite high. The total number of Russians, both men and women, living with HIV continues to increase. The registered number of people infected with the human immunodeficiency virus in the Russian Federation reached 851.8 thousand people at the end of 2021. The analysis of high-risk behavior of vulnerable groups of the population will help update the problem of self-preservation and develop a set of preventive measures for the groups at risk of acquiring the HIV infection.

Objective: To study characteristics of self-preservation of men who have sex with men as one of the key populations at increased risk of HIV.

Methods: We used a 2021 database of men who have sex with men, all clients of a non-profit HIV service organization. A total of 3,455 men who had had sex with men in the past twelve months or those who considered themselves homosexual were interviewed. The survey was conducted in Moscow and the Moscow Region by the Charitable Foundation for Support of Social Initiatives and Public Health. The data analysis was carried out in Microsoft Excel and IBM SPSS Statistics 21.0.

Results: The study has revealed the main determinants of behavior and the components of self-preservation in the study subjects.

Conclusion: The clients of the non-profit HIV service organization included in the survey have high-risk behavior and various social diseases, including the combined ones, such as HIV infection, which must be considered when developing preventive measures for this group of population.

Keywords: HIV, men who have sex with men, self-preservation.

For citation: Nazarova IB, Nesterov RS. Populations vulnerable to HIV infection: Behavior and prevention. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):27–35. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-27-35>

Введение. ВИЧ-инфекция является сложным хроническим заболеванием, а число новых случаев остается достаточно большим, в том числе продолжает увеличиваться общее число россиян, живущих с ВИЧ, как среди мужчин, так и среди женщин¹.

Согласно данным официальной статистики число зарегистрированных больных с диагнозом, установленным впервые в жизни, «болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ)» в 2021 году уменьшилось и составило 58,8 тыс. человек (рис. 1). Однако ежегодно увеличивается численность всего зарегистрированных ВИЧ-инфицированных, и на конец 2021 года она составила 851,8 тыс. человек (рис. 2).

По мнению многих отечественных и зарубежных авторов, реальная заболеваемость кратно

превышает регистрируемые данные официальной статистики, поскольку не все пациенты, особенно социально неадаптированные, в том числе ВИЧ-инфицированные, обращаются за медицинской помощью. Кроме того, немало тех, кто предпочитает услуги частных клиник, где заболеваемость не всегда регистрируют [1].

Наибольшее число тех, кто живет с ВИЧ-инфекцией и установленным диагнозом, – люди в возрасте 20–40 лет (как мужчины, так и женщины)².

Портрет носителей ВИЧ-инфекции существенно изменился за последние 25 лет, как и пути передачи инфекции: до 1997 года основной путь – гомосексуальный контакт, с 1997 года – парентеральный³ контакт при употреблении наркотиков. Сегодня существуют два основных пути передачи инфекции – парентеральный и гетеросексуальный контакты,

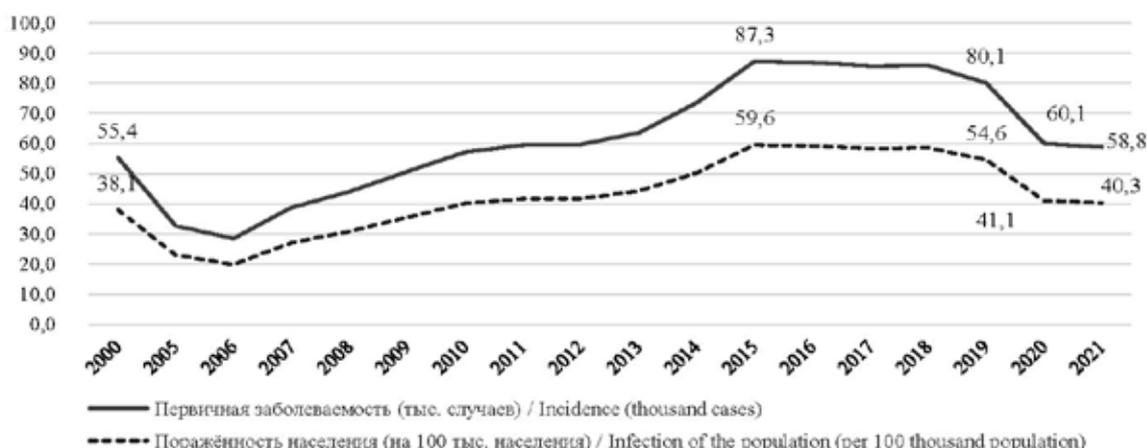


Рис. 1. Данные по количеству новых выявленных случаев ВИЧ-инфекции среди граждан Российской Федерации в 2000–2021 гг.

Fig. 1. Incidence rates of HIV infection among citizens of the Russian Federation in 2000–2021

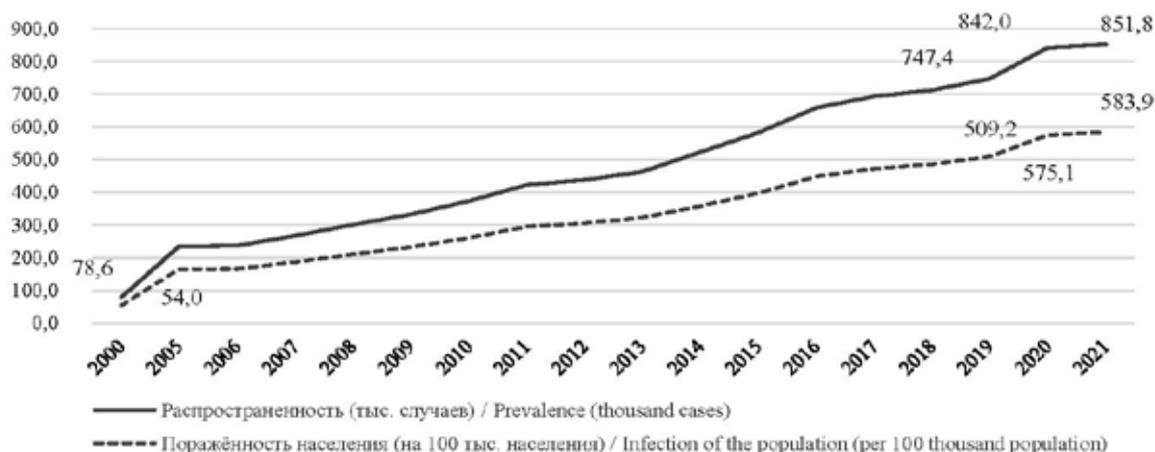


Рис. 2. Увеличение количества зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции среди граждан Российской Федерации в 2000–2021 гг.

Fig. 2. Increase in the number of registered cases of HIV infection among citizens of the Russian Federation in 2000–2021

¹ Покровский В. В., Ладная Н. Н., Соколова Е. В. ВИЧ-инфекция: информационный бюллетень № 46. Москва, 2021. 81 с. <http://www.hivrussia.info/elektronnye-versii-informatsionnyh-byulletenij/>

² Красносельских Т.В. Инфекции, передаваемые половым путем, в субпопуляциях повышенного поведенческого риска: мультидисциплинарные модели профилактики: специальность 14.01.10 «Кожные и венерические болезни»: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Санкт-Петербург, 2014. 32 с.

³ Парентеральный путь – путь передачи ВИЧ с материалом, содержащим вирус, например с кровью, при использовании общего инъекционного оборудования.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-27-35>
Original Research Article

что подтверждается данными по России в целом и по регионам Российской Федерации [2].

Исходя из данных статистики и экспертных данных, существуют группы риска, принадлежность к которым ведет к потере здоровья. К таким группам прежде всего относятся люди, употребляющие наркотики (ЛУН), имеющие множественные сексуальные контакты, гомосексуальные контакты (включая трансгендерных людей – ТГЛ) и пренебрегающие средствами предохранения, включая людей, занимающихся проституцией, лиц, находящиеся в местах лишения свободы, молодежь, мигрантов.

Молодые люди, не имеющие жизненного опыта, которые только начинают вести половую жизнь, не могут в полной мере оценить свою уязвимость. Выявлено, что различные формы девиантного поведения и сексуально опасное поведение очень часто сопровождаются друг друга; существует взаимосвязь между употреблением психоактивных веществ и сексуальным поведением [3].

Специалисты отмечают сочетанность не только рисков в поведении, но и в заболеваемости социальными болезнями [4]. В частности, определено, что ВИЧ-инфицированных пациентов зачастую сопровождает вирус гепатита (в Иркутской области на уровне 59,5 %, в Хабаровском крае – 90,0 %) [5]. Существует связь между высоким риском заражения ВИЧ-инфекции с рискованным сексуальным поведением, потреблением наркотиков [6]. Схожие социальные обстоятельства приводят к распространению одних и тех же болезней. Например, подопечные пенитенциарной системы являются группой риска в отношении распространения ВИЧ-инфекции и вирусных гепатитов [7].

Ряд наркотиков потребляется с целью повышения сексуальной активности. И, в частности, особую роль в распространении ВИЧ-инфекции играют потребители инъекционных наркотиков [8].

Исследование сетей групп риска ВИЧ-инфекции (потребителей инъекционных наркотиков и лиц, занимающихся проституцией) показало, что инфекции, передающиеся половым путем (ИППП), являются фактором риска ВИЧ-инфекции, повышая ее риск в 1,5–2,0 раза (эффект кумулятивен). Кроме этого, в группе риска происходит пересечение сексуальных сетей, по которым распространяются возбудители ИППП, что приводит к появлению значительного числа случаев инфицирования различными возбудителями [9].

ВИЧ-инфицированные не приходят к решению возникающих проблем, а стараются получить положительные эмоции уже известными им способами, в том числе употребляя алкоголь и наркотики [10].

Мужчин, практикующие секс с мужчинами (МСМ) и с женщинами, считая себя гетеросексуалами, имеют высокий риск инфицирования ВИЧ и другими инфекциями, преимущественно передаваемыми половым путем⁴ [11]. В частности, 2019 году у МСМ риск заражения ВИЧ был в 26 раз выше, чем

у остального взрослого мужского населения, и 23 % новых случаев ВИЧ-инфицирования приходится на МСМ⁵. К социальным рискам для группы МСМ относится распространенное потребление специальных наркотиков во время секса [12, 13]. Одновременно профилактика с МСМ дает хорошие результаты и может значительно снизить риски инфицирования [13, 14]. Постоянное самотестирование МСМ также вносит позитивный вклад в профилактическую работу с данным контингентом [15]. Следовательно, у организаций, которые работают с группами риска, есть возможность повлиять на самосохранительное поведение своих клиентов.

Вместе с тем в России группа МСМ, практикующая рискованное поведение, не изучена и не описана подробно, что может вносить сложности при организации работы структур с данным контингентом.

Цель исследования: изучить особенности самосохранительного поведения одной из групп риска в отношении получения ВИЧ-инфекции – мужчин, практикующих секс с мужчинами (МСМ), являющихся клиентами ВИЧ-сервисной НКО.

Материалы и методы. В исследовании используется база данных, содержащая информацию в отношении мужчин, практикующих секс с мужчинами, – клиентов ВИЧ-сервисной НКО, – благотворительный фонд «Поддержки социальных инициатив и общественного здравоохранения» (Фонд) в рамках профилактической работы по ВИЧ-инфекции, вирусным гепатитам В и С, туберкулезу и инфекциям, передаваемым половым путем (сифилис, гонорея, хламидиоз и др.).

В 2021 году опрошено 3455 мужчин, у которых в течение последних двенадцати месяцев был секс с мужчинами, или тех, кто считают себя гомосексуалами. Респонденты составляют 100 % всех МСМ, которые посетили Фонд в течение 2021 года, или 54,4 % от всех клиентов Фонда в этот период.

Фонд работает с представителями группы высокого риска (респонденты, клиенты, МСМ), пытаясь достичь людей, которые по тем или иным причинам не знают свой ВИЧ-статус, не пытаются его установить или знают, но не обращаются за квалифицированной медицинской помощью (возможно, продолжая усугублять свое состояние здоровья и нанося вред здоровью партнеров).

Сложность достижимости указанной нами группы подтверждается тем, что сотрудники Фонда работают с большим числом клиентов, приглашая их в Фонд на прохождение тестирования, но до тестирования в Фонде доходит лишь каждый пятый из достигнутых сотрудниками Фонда (21,4 %). Следовательно, используемая в исследовании выборка нельзя считать репрезентативной для Москвы, области или России, поскольку: 1) были опрошены только те респонденты, которых смогли достичь волонтеры Фонда и убедить пройти обследование и ответить на вопросы; 2) ввиду отсутствия точных данных о генеральной совокупности невозможно

⁴ UNAIDS. Global AIDS Monitoring. Geneva: Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. Published 2022. Accessed May 1, 2023. <https://www.aidsdatahub.org/sites/default/files/resource/unaidsglobal-aids-monitoring-2022.pdf>

⁵ UNAIDS. HIV and gay men and who have sex with other men. Published 2021. Accessed May 1, 2023. https://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/03-hiv-human-rights-factsheet-gay-men_en.pdf

определить саму генеральную совокупность и выбрать из нее репрезентативную группу. Данная проблема характерна не только для нашей страны, поэтому большинство исследователей опрашивают участников социальных сетей [13], проводят качественные исследования [12, 16] или опрашивают пациентов организаций, оказывающих помощь представителям релевантной группы [15]. Вместе с тем организация опроса в данном исследовании позволяет дать понимание в отношении МСМ, которые стали клиентами ВИЧ-сервисной НКО, а самой организации выстраивать стратегию работы с данным типом клиентов.

Каждый третий (32,9 %) участник данного исследования получил информацию о Фонде от знакомых (знакомыми также могли быть сотрудники и волонтеры Фонда), нашли информацию в интернете (размещенную сотрудниками Фонда) 17,5 %, узнали непосредственно из общения с работниками Фонда 18,3 %, остальные – из печатных материалов, рассылки в тематических мобильных приложениях. В притонах сотрудники Фонда встретили и убедили пройти тестирование каждого десятого (13,7 %), остальных – на улице, точках занятия проституцией, в местах развлечений, в аптеках при попытке купить средства индивидуальной защиты (презервативы) или шприцы (6,0 %).

Исследование проведено на территории Москвы и Московской области. В нем приняли участие россияне (2201 человек – 63,7 %) и граждане других стран (1254 – 36,3 %).

Опросник содержал вопросы в отношении состояния здоровья, поведения участников исследования, поведения в отношении своего здоровья⁶.

Поведение мужчин, практикующих секс с мужчинами или имеющих подобный опыт, будет рассмотрено с точки зрения самосохранительного поведения. В качестве самосохранительного поведения мы подразумеваем поведение с целью предупреждения заболевания в период хорошего самочувствия и с целью излечения или не усугубления ситуации в период болезни. Также мы исходим из того, что идеальной самосохранительной моделью поведения является ведение здорового образа жизни, выбор безопасных условий проживания, безопасных условий труда, профилактика заболеваний и своевременное обращение к специалисту и лечение в случае заболевания.

Результаты

Социально-демографическая характеристика исследуемой группы

Возраст респондентов – клиентов Фонда со статусом МСМ составил от 18 до 93 лет, большинство – молодые люди 20–30 лет (60 % от общей численности). Люди 50 лет и старше составили всего 1 %, что в целом подтверждает риск заболеваемости ВИЧ и приверженности рискованному поведению прежде всего для представителей молодежи [3].

Все клиенты обозначили свой гендер в соответствии со своим полом – мужчины. Большинство

участников исследования идентифицируют себя с гомосексуалами (78,0 %), реже – бисексуалами (16,9 %), незначительное число считают себя гетеросексуалами (3,0 %) и квирами⁷ (2,1 %).

Иностранные граждане в качестве причины своего пребывания в России назвали прежде всего работу (97,1 %). Сообщили о наличии временной или постоянной регистрации в Москве или Московской области 76,6 %. Чаще всего Фонд имеет дело с людьми, которые пребывают в России три года: с 2019 года – 44,9 %, с 2020 – 23,8 %, с 2018 – 12,6 %, менее года – 12,2 %. Остальные 6,5 % – от пяти до пятнадцати лет.

Готовность клиентов к проверке статуса здоровья и обычное поведение

Визит в Фонд и готовность пройти тестирование, узнать статус своего здоровья можно считать одним из проявлений самосохранительного поведения. Только треть (35,4 %) следят за состоянием здоровья и проходят тестирование ежегодно (в случае подозрения на ВИЧ-инфекцию).

В целом за последний год (перед опросом) респонденты практиковали поведение, которое вполне могло привести к заражению ВИЧ-инфекцией, другими ИППП или гепатитами. Речь идет прежде всего об употреблении наркотиков, о сексе без средств предохранения. У каждого третьего (30,7 %) был секс с ВИЧ-инфицированными, чей статус подтвержден, а у каждого десятого был секс с человеком, в чьем ВИЧ-статусе респондент не был уверен (11,3 %). Более половины не использовали презерватив (54,7 %). Между тем, использование презервативов снижает риски заболевания ВИЧ для МСМ на 24–26 % [16].

Каждый десятый вовлечен в занятие проституцией (10,4 %) или прибегал к услугам людей, занимающихся проституцией (14,3 %), 6,2 % не помнят, были ли у них контакты с такими людьми или нет. Большинство утверждают, что, прибегая к секс-услугам, используют средства предохранения (за исключением единичных случаев). Исследование, проведенное в Великобритании, показало, что проституция в значительной мере связана с потреблением наркотиков, в том числе мужчины непривлекательные и старших возрастов обменивают наркотики на секс с привлекательными и молодыми мужчинами [12].

В последние 12 месяцев перед опросом сексуальные контакты были практически у всех клиентов (99,6 %), прежде всего – с мужчинами (98,4 %), реже – с женщинами (14,9 %), с трансгендерными людьми (6,6 %). Единицы практикуют секс с представителями всех вышеперечисленных социально-демографических групп (табл. 1). При этом контакты с женщинами в последний год были в том числе у мужчин, которые определенно считают себя гомосексуалистами (2,7 %), что подтверждает возможность распространения дополнительных рисков заражения женщин ИППП, включая ВИЧ⁸.

⁶ Анализ полученных данных выполнен в программе Microsoft Excel, IBM SPSS Statistics 21.0.

⁷ Квир – человек, чья сексуальность и/или гендерная идентичность отличаются от общественного большинства.

⁸ UNAIDS. Global AIDS Monitoring. Geneva: Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. Published 2022. Accessed May 1, 2023. <https://www.aidsdatahub.org/sites/default/files/resource/unaisds-global-aids-monitoring-2022.pdf>

Таблица 1. Разнообразие сексуальных контактов (выбор по всем указанным позициям)
Table 1. Distribution of answers to the multiple-choice question about the diversity of sexual contacts

Разнообразие сексуальных контактов / Diversity of sexual contacts	<i>n</i>	%
Сексуальные контакты в последние 12 месяцев, в том числе: / Sexual contacts in the last 12 months, including those:	3441	99,6
с мужчинами / with men	3401	98,4
с женщинами / with women	515	14,9
с трансгендерами людьми / with transgender people	229	6,6
с мужчинами, женщинами, трансгендерами людьми / with men, women, transgender people	41	1,2
Всего / Total	3455	100,0

В целом употребляют наркотики 19,4 %, из них инъекционно – 2,8 % и неинъекционно – 18,7 %, инъекционно и неинъекционно – 2,1 % (табл. 2). В единичных случаях используется общее инъекционное оборудование (менее 1 % – 12 человек). Респонденты назвали до 17 видов наркотических веществ, которые они употребляют. Чаще всего употребляют два вида наркотиков (9,7 %), три-четыре вида – 7,5 %. При этом 17,8 % используют наркотики до и/или во время секса (химсекс) с целью сделать сексуальные ощущения более яркими или продолжительными. Например, в Великобритании среди МСМ потребление наркотиков широко распространено, в том числе потребление наркотиков, связанных с химсексом (употребляют до трети МСМ), что рассматривается в качестве социального риска и практически части культуры взаимоотношений МСМ. Практика употребления наркотиков в целом связана со случайными и множественными сексуальными контактами и усугубляет рискованное поведение МСМ [12, 13].

Поведенческие практики респондентов и их партнеров осложняются негативным состоянием здоровья – наличием заболеваний, которые передаются во время употребления наркотиков или при сексуальных контактах. Каждый десятый отметил в опроснике наличие ВИЧ (12,3 %): у 8,3 % ВИЧ-инфекция была обнаружена в 2021 году (табл. 3). Среди иностранцев меньше доля тех, кто не проходил тестирование на ВИЧ (иностранцы граждане – 2,7 %; россияне – 7,8 %). Но среди иностранцев было больше обнаружено ВИЧ-положительных – 10,7 % (россияне – 6,9 %).

Болеют или болели сифилисом 7,5 %, гепатитом С – 2,2 %, гепатитом В – 1,1 %. В 2021 году у 1,1 % выявили туберкулез, который не является ИППП, однако тесно сопряжен с ВИЧ-инфекцией.

Профилактические меры. Очевидно, что клиенты Фонда осознают свою уязвимость перед социальными болезнями и предпринимают некоторые необходимые действия, направленные на смягчение или предупреждение ситуации заражения.

Таблица 2. Употребление наркотиков (выбор по всем указанным позициям)
Table 2. Distribution of answers to the multiple-choice question about the drug use

Способ употребления / Route of drug administration	<i>n</i>	%
Не употребляет / None	2786	80,6
Неинъекционно / Not by injection	646	18,7
Инъекционно / By injection	97	2,8
Инъекционно и неинъекционно / By injection and otherwise	74	2,1
Практикуют химсекс / Practice chemsex	615	17,8
Всего / Total	3455	100,0

Таблица 3. Обнаружена ВИЧ-инфекция в 2021 году*
Table 3. HIV infection detected in 2021*

Гражданство / Citizenship	Тест на ВИЧ / HIV test					
	Не проводился / Not tested		Отрицательный / Negative		Положительный / Positive	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Россия / Russia (2201)	171	7,8	1878	85,3	152	6,9
Другое / Other (1254)	34	2,7	1086	86,6	134	10,7
Всего / Total (3455)	205	5,9	2964	85,8	286	8,3

Примечание: * – результаты достоверны на уровне асимптотической значимости хи-квадрата Пирсона < 0,001.
Notes: * results are significant at the asymptotic significance of the Pearson's Chi-square test < 0.001.

Практически все прошли тестирование на наличие сифилиса (97,3 %), очевидно, именно это заболевание вызывает наибольшие опасения у контингента с обозначенным образом жизни (табл. 4). Боязнь заражения ВИЧ-инфекцией также очень высока – у 79,6 % клиентов. Обратились в Фонд для того, чтобы пройти тестирование на наличие ВИЧ-инфекции, 79,4 %, причем некоторые из них повторно.

Тестирование на наличие гепатита исследуемая группа проходит реже, чем на наличие ВИЧ-инфекции: тестирование на наличие гепатита С прошли 48,8 %, гепатита В – 30,4 %. Имеют прививку от гепатита А 26,4 %, от гепатита В – 26,3 %.

Половина из МСМ, согласившихся на визит в офис Фонда, указали, что пришли, поскольку считают необходимым контролировать состояние своего здоровья (54,6 %) и/или узнать свой ВИЧ-статус (57,3 %). Единицы указали на то, что их об этом попросил партнер, или сделали это прежде, чем перестать использовать презерватив со своим партнером (< 1 %, 28 человек).

Практически все дополнительно указали, что имели рискованные сексуальные контакты и это их теперь беспокоит: контакты с мужчинами у 98,0 % клиентов, с женщинами – у 14,9 % и с трансгендерными людьми – в пределах 3 %. Вместе с тем доказано, что случайные сексуальные контакты ведут не только к различным заболеваниям, но и к депрессии, тревожности [17–24].

Обратной стороной самосохранительного поведения является рискованное поведение: очевидно. Наличие рисков у группы МСМ встречается чаще, чем у других клиентов Фонда (людей, потребляющих наркотики или занимающиеся проституцией, но не являющихся МСМ): только 2,5 % не имеют рисков, к которым относятся: потребление наркотиков,

пребывание в местах лишения свободы, занятие проституцией, не использование средств предохранения при сексуальных контактах, потребление секс-услуг или секс с представителями других групп риска (по клиентам Фонда в целом такие риски отсутствуют у 26,5 %). У 65,8 % МСМ присутствует 1–2 варианта рисков (у 59,6 % клиентов Фонда не МСМ), у 31,7 % – 3–7 (у 13,9 % клиентов Фонда не МСМ).

Множество рисков и наличие заболеваний у клиентов Фонда может свидетельствовать о необходимости различных консультаций для МСМ, в том числе учитывая, что у 12,3 % в анамнезе ВИЧ-инфекция. Исследование, проведенное в Томске, показало, что ВИЧ-инфицированные люди нуждаются в различных консультациях, в том числе психологической, по вопросам трудового права, получения медицинской помощи [25].

Заключение. Самосохранительное поведение исследуемой группы и его элементы нельзя считать в полной мере самосохранительным, поскольку поведение может быть рискованным, разрушительным для собственного здоровья и здоровья партнеров: у каждого третьего в анамнезе одно или несколько социальных заболеваний, в том числе ВИЧ-инфекция. Каждый третий имеет сексуальные контакты с ВИЧ-инфицированными, чей статус подтвержден, а у каждого десятого был секс с человеком, в чьем ВИЧ-статусе респондент не был уверен. Предохраняются (используют презерватив) менее половины. Каждый десятый сам вовлечен в занятие проституцией или прибегал к услугам людей, занимающихся проституцией. Даже на фоне остальных риск-групп, с которыми работает Фонд, МСМ выглядят более уязвимыми.

Практически четвертая часть мигрантов со статусом МСМ не имеют регистрации, следовательно, ограничены в мобильности и получении медицинской

Таблица 4. Элементы самосохранительного поведения МСМ

Table 4. Elements of self-preservation behavior in men who have sex with men (MSM)

Примеры поведения / Examples of behavior of MSM	n	%
Прошли тестирование до обращения в Фонд на наличие сифилиса / Have been tested for syphilis before applying to the Foundation	3363	97,3
Не вовлечены в секс-работу / Not involved in sex work	3095	89,6
Не прибегают к услугам секс-работников / Do not use services of sex workers	2960	85,7
Не употребляют наркотики / Do not use drugs	2786	80,6
Прошли тестирование до обращения в Фонд на наличие ВИЧ-инфекции / Have been tested for HIV before applying to the Foundation	2751	79,6
Самостоятельно обратились в ВИЧ-сервисную НКО (в т. ч. для повторного прохождения тестирования в Фонде) / Applied to the non-profit HIV service organization themselves (including for re-testing at the Foundation)	2742	79,4
Обратились в офис Фонда узнать свой ВИЧ-статус / Contacted the Foundation office to find out their HIV status	1978	57,3
Постоянно контролируют свое здоровье / Have regular health checks	1885	54,6
Прошли тестирование до обращения в Фонд на наличие гепатита С / Have been tested for hepatitis C before applying to the Foundation	1687	48,8
Используют презервативы / Use condoms	1567	45,4
Проходят тестирование на социально-значимые инфекции регулярно или являются постоянными клиентами Фонда / Have regular tests for socially significant infections or remain constant clients of the Foundation	1224	35,4
Прошли тестирование до обращения в Фонд на наличие гепатита В / Have been tested for hepatitis B before applying to the Foundation	1051	30,4
Имеют прививку от гепатита А / Vaccinated against hepatitis A	913	26,4
Имеют прививку от гепатита В / Vaccinated against hepatitis B	907	26,3

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-27-35>
Original Research Article

помощи. Большинство из них пребывают в России менее трех лет, следовательно, могут находиться в процессе адаптации и не владеть необходимой информацией в отношении своего здоровья и получения медицинской помощи.

Самосохранительное поведение участников исследования – МСМ складывается из основных видов действий, которые могут предотвратить заболевание, помочь излечиться или улучшить самочувствие:

1) *постоянные действия, направленные на предупреждение собственного заболевания и заболевания партнера или лечение в случае имеющегося заболевания* (например, не потребляют наркотики или не используют общее инъекционное оборудование, не связаны с проституцией, используют презервативы) – с данной группой работникам Фонда работать комфортнее, чем с остальными, поскольку данные клиенты склонны идти на сотрудничество с Фондом и медицинскими организациями, выполняют предписания специалистов;

2) *единичные действия, предпринятые для установления диагноза, начала лечения или изменения нездорового и опасного образа жизни* (обращение к специалисту с целью решения проблемы определения статуса здоровья, получение рекомендаций от специалиста, в том числе прививка);

3) *возможные действия* (о которых мы не получили данные) – изменение образа жизни, в том числе: отказ от потребления наркотиков, занятия проституцией или услуг людей, занимающихся проституцией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липова Е.В., Тарасенко Г.Н., Грязева Н.В. Эпидемиологические аспекты инфекции вируса папилломы человека и ассоциированных злокачественных новообразований (обзор литературы) // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2012. Т. 15. № 3. С. 51–55. doi: 10.17816/dv36709
2. Кондратова С.Е., Марченко А.Н., Петрова С.В., Нестерова О.А. Анализ структуры ВИЧ-инфицированных лиц по полу, путям заражения, возрасту в регионе с высоким уровнем пораженности ВИЧ на примере Тюменской области // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 7 (316). С. 44–49. doi: 10.35627/2219-5238/2019-316-7-44-49
3. Брюно В.В. Рискованное сексуальное поведение современных подростков в России. Часть II // Социологическая наука и социальная практика. 2019. Т. 7. № 1. С. 113–126. doi: 10.19181/snsp.2019.7.1.6273
4. Нечаев В.В., Иванов А.К., Яковлев и др. Эпидемиология социально-значимых сочетанных инфекций. Факторы риска летальных исходов // Тихоокеанский медицинский журнал. 2018. № 3. С. 68–71. doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.3.68-71
5. Кузнецова А.В., Витько А.В., Каравянская Т.Н. и др. Парентеральные вирусные гепатиты на Дальнем Востоке России: вирусологические и эпидемиологические особенности у моноинфицированных и пациентов с ко-инфекцией ВИЧ // Клиническая фармакология и терапия. 2015. Т. 24. № 1. С. 34–37.
6. Антонова Д.В., Бочаров В.В., Хрусталева Н.С. Рискованное сексуальное поведение лиц с вирусом иммунодефицита человека // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2019. № 4. С. 79–87. doi: 10.25016/2541-7487-2019-0-4-79-87
7. Базыкина Е.А., Туркутюков В.Б., Троценко О.Е. и др. Распространенность и молекулярно-генетические особенности парентеральных вирусных гепатитов В и С среди ВИЧ-позитивных граждан Дальневосточного федерального округа, в том числе осужденных к лишению свободы // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 2. С. 51–55. doi: 10.35627/2219-5238/2019-311-2-51-55
8. Позднякова М.Е. Рискованное сексуальное поведение как фактор распространения ВИЧ-инфекции в России. Часть 2 // Социологическая наука и социальная практика. 2018. № 4 (24). С. 105–116. doi:10.19181/snsp.2018.6.3.6005
9. Плавинский С.Л., Баринаева А.Н., Ерошина К.М., Бобрик А.В., Новожилов А.В. Инфекции, передаваемые половым путем (ИППП) и ВИЧ-инфекция в группах риска. Распространяются ли возбудители по одним и тем же сетям? // Российский семейный врач. 2009. № 1. С. 26–31.
10. Тулупьева Т.В., Тулупьев А.Л., Пащенко А.Е. и др. Психологическая защита и копинг-стратегии ВИЧ-инфицированных с позиции опасности для общественного здоровья: автоматизация сбора данных и итоги исследования // Труды СПИИРАН. Вып. 4. СПб., 2007. С. 357–387.
11. Beyrer C, Baral SD, van Griensven F, et al. Global epidemiology of HIV infection in men who have sex with men. *Lancet*. 2012;380(9839):367-377. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60821-6
12. Ahmed AK, Weatherburn P, Reid D, et al. Social norms related to combining drugs and sex (“chemsex”) among gay men in South London. *Int J Drug Policy*. 2016;38:29-35. doi: 10.1016/j.drugpo.2016.10.007
13. Hibbert MP, Brett CE, Porcellato LA, Hope VD. Psychosocial and sexual characteristics associated with sexualised drug use and chemsex among men who have sex with men (MSM) in the UK. *Sex Transm Infect*. 2019;95(5):342-350. doi: 10.1136/sextrans-2018-053933
14. Irvine MA, Salway T, Grennan T, Wong J, Gilbert M, Coombs D. Predicting the impact of clustered risk and testing behaviour patterns on the population-level effectiveness of pre-exposure prophylaxis against HIV among gay, bisexual and other men who have sex with men in Greater Vancouver, Canada. *Epidemics*. 2020;30:100360. doi: 10.1016/j.epidem.2019.100360
15. Zhang Y, Jamil MS, Smith KS, et al. The longer-term effects of access to HIV self-tests on HIV testing frequency in high-risk gay and bisexual men: follow-up data from a randomised controlled trial. *Lancet Reg Health West Pac*. 2021;14:100214. doi: 10.1016/j.lanwpc.2021.100214
16. Hoff CC, Chakravarty D, Bircher AE, et al. Attitudes towards PrEP and anticipated condom use among concordant HIV-negative and HIV-discordant male couples. *AIDS Patient Care STDS*. 2015;29(7):408-417. doi: 10.1089/apc.2014.0315
17. Bersamin MM, Zamboanga BL, Schwartz SJ, et al. Risky business: Is there an association between casual sex and mental health among emerging adults? *J Sex Res*. 2014;51(1):43-51. doi: 10.1080/00224499.2013.772088
18. Иванов А.А. Правовое положение ВИЧ-инфицированных граждан в сфере труда через призму социально значимых заболеваний // Вестник Поволжского института управления. 2018. Т. 18. № 5. С. 144–152. doi: 10.22394/1682-2358-2018-5-144-152. EDN VOMFDE.
19. Ковалевская А.Е. Социальное представление и отношение к ВИЧ-инфицированным в обществе // Современная наука и молодые учёные: сборник статей II Международной научно-практической конференции.

- В 2 ч. Пенза, 10 мая 2020 года / Ответственный редактор: Гуляев Герман Юрьевич. Т. 2. Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. С. 205–207. EDN VBVMOT.
20. Васильева К.М. Правовое положение ВИЧ-инфицированных граждан в сфере труда // Судебная система России на современном этапе общественного развития: Сборник научных трудов Всероссийской студенческой очно-заочной научной конференции, Ростов-на-Дону, 11 декабря 2020 года. Ростов-на-Дону: Индивидуальный предприниматель Беспамятов Сергей Владимирович, 2020. С. 1562–1568. EDN GWHNGC.
 21. Буняк Д.В. Действие принципа недискриминации в отношении лиц с ВИЧ-положительным статусом при законодательном закреплении и реализации ими права на свободу передвижения и права на труд (сравнительно-правовое исследование) / Д.В. Буняк // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2021. Т. 5. № 1 (17). С. 73–87. doi: 10.21603/2542-1840-2021-5-1-73-87. EDN DHVVRY.
 22. Baćak V, Thurman K, Eyer K, et al. Incarceration as a health determinant for sexual orientation and gender minority persons. *Am J Public Health*. 2018;108(8):994-999. doi: 10.2105/AJPH.2018.304500
 23. Van Hout MC, Kewley S, Hillis A. Contemporary transgender health experience and health situation in prisons: A scoping review of extant published literature (2000–2019). *Int J Transgend Health*. 2020;21(3):258-306. doi: 10.1080/26895269.2020.1772937
 24. Dauria EF, Kulkarni P, Clemenzi-Allen A, Brinkley-Rubinstein L, Beckwith CG. Interventions designed to improve HIV continuum of care outcomes for persons with HIV in contact with the carceral system in the USA. *Curr HIV/AIDS Rep*. 2022;19(4):281-291. doi: 10.1007/s11904-022-00609-x
 25. Явон С.В. ВИЧ-инфицированные: дискриминация и нарушение прав // Социологические исследования. 2016. № 6. С. 142–144.
- REFERENCES**
1. Lipova EV, Tarasenko GN, Gryazeva NV. Epidemiology of human papillomavirus infection and associated malignant tumors (review of literature). *Rossiyskiy Zhurnal Kozhnykh i Venericheskikh Bolezney*. 2012;(3):51-55. (In Russ.)
 2. Kondratova SE, Marchenko AN, Petrova SV, Nesterova OA. Analysis of the structure of HIV-infected persons according to sex, transmission routes of infection, age in the region with high level of prevalence of HIV on the example of Tyumen Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2019;(7(316)):44-49. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2019-316-7-44-49
 3. Bruno VV. Risky sexual behavior of modern teenagers in Russia. Part II. *Sotsiologicheskaya Nauka i Sotsial'naya Praktika*. 2019;7(1):113-126. (In Russ.) doi: 10.19181/snsp.2019.7.1.6273
 4. Nechaev VV, Ivanov AK, Yakovlev AA, et al. Epidemiology of socially significant co-infections. Risk factors for deaths. *Tikhookeanskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2018;(3(73)):68-71. (In Russ.) doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.3.68-71
 5. Kuznetsova AV, Vitko AV, Karavyanskaya TN, et al. Parenteral viral hepatitis in the Far East of Russia: Virological characteristics and epidemiology of monoinfection and HIV-coinfection. *Klinicheskaya Farmakologiya i Terapiya*. 2015;24(1):34-37. (In Russ.)
 6. Antonova DV, Bocharov VV, Chrustaleva NS. Risky sexual behavior in people living with HIV. *Mediko-Biologicheskie i Sotsial'no-Psikhologicheskie Problemy Bezopasnosti v Chrezvychaynykh Situatsiyakh*. 2019;(4):79-87. (In Russ.) doi: 10.25016/2541-7487-2019-0-4-79-87
 7. Bazykina EA, Turkutyukov VB, Trotsenko OE, et al. Prevalence and molecular genetic peculiarities of parenteral viral hepatitis B and C among HIV-positive citizens of the Far Eastern Federal District, including those persons sentenced to deprivation of freedom. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2019;(2(311)):51-55. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2019-311-2-51-55
 8. Pozdnyakova ME. Risky sexual behavior as a factor in spreading HIV infection in Russia. Part II. *Sotsiologicheskaya Nauka i Sotsial'naya Praktika*. 2018;6(4(24)):105-116. (In Russ.) doi: 10.19181/snsp.2018.6.4.6088
 9. Plavinskiy SL, Barinova AN, Eroshina KM, Bobrik AV, Novozhilov AV. [Sexually transmitted infections (STIs) and HIV infection in risk groups. Do pathogens spread through the same networks?] *Rossiyskiy Semeynyy Vrach*. 2009;13(1):26-31. (In Russ.)
 10. Tulupyeva TV, Tulupyev AL, Pashchenko AE, et al. Psychological defense and coping strategies of HIV-infected persons from the point of view of danger to public health: Automation of data gathering and results of the research. *Trudy SPIIRAN*. 2007;(4):357-387. (In Russ.) doi: 10.15622/sp.4.28
 11. Beyrer C, Baral SD, van Griensven F, et al. Global epidemiology of HIV infection in men who have sex with men. *Lancet*. 2012;380(9839):367-377. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60821-6
 12. Ahmed AK, Weatherburn P, Reid D, et al. Social norms related to combining drugs and sex ("chemsex") among gay men in South London. *Int J Drug Policy*. 2016;38:29-35. doi: 10.1016/j.drugpo.2016.10.007
 13. Hibbert MP, Brett CE, Porcellato LA, Hope VD. Psychosocial and sexual characteristics associated with sexualised drug use and chemsex among men who have sex with men (MSM) in the UK. *Sex Transm Infect*. 2019;95(5):342-350. doi: 10.1136/sextrans-2018-053933
 14. Irvine MA, Salway T, Grennan T, Wong J, Gilbert M, Coombs D. Predicting the impact of clustered risk and testing behaviour patterns on the population-level effectiveness of pre-exposure prophylaxis against HIV among gay, bisexual and other men who have sex with men in Greater Vancouver, Canada. *Epidemics*. 2020;30:100360. doi: 10.1016/j.epidem.2019.100360
 15. Zhang Y, Jamil MS, Smith KS, et al. The longer-term effects of access to HIV self-tests on HIV testing frequency in high-risk gay and bisexual men: follow-up data from a randomised controlled trial. *Lancet Reg Health West Pac*. 2021;14:100214. doi: 10.1016/j.lanwpc.2021.100214
 16. Hoff CC, Chakravarty D, Bircher AE, et al. Attitudes towards PrEP and anticipated condom use among concordant HIV-negative and HIV-discordant male couples. *AIDS Patient Care STDS*. 2015;29(7):408-417. doi: 10.1089/apc.2014.0315
 17. Bersamin MM, Zamboanga BL, Schwartz SJ, et al. Risky business: Is there an association between casual sex and mental health among emerging adults? *J Sex Res*. 2014;51(1):43-51. doi: 10.1080/00224499.2013.772088
 18. Ivanov AA. The legal status of HIV-positive citizens in the field of labor through the prism of socially significant diseases. *Vestnik Povolzhskogo Instituta Upravleniya*. 2018;18(5):144-152. (In Russ.) doi: 10.22394/1682-2358-2018-5-144-152
 19. Kovalevskaya AE. Social representation and attitude to HIV-infected people in society. In: Gulyaev GYu, ed. *Modern Science and Young Scientists: Proceedings of the Second International Scientific and Practical Conference, Penza, May 10, 2020*. Penza: Nauka i Prosveshchenie Publ.; 2020;2:205-207. (In Russ.)

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-27-35>
Original Research Article

20. Vasilieva KM. The legal status of HIV-infected citizens in the sphere of work. In: *Judicial System of Russia at the Present Stage of Social Development: Proceedings of the All-Russian Student Scientific Conference, Rostov-on-Don, December 11, 2020*. Rostov-on-Don: Bespamyatnov SV Publ.; 2020:1562-1568. (In Russ.)
21. Buniak DV. The role of anti-discrimination principle in establishing and implementation of the right to freedom of movement and labor rights of people with HIV-positive status: A comparative analysis. *Vestnik Kemerovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Gumanitarnye i Obshchestvennyye Nauki*. 2021;5(1(17)):73-87. (In Russ.) doi: 10.21603/2542-1840-2021-5-1-73-87
22. Bačak V, Thurman K, Eyer K, et al. Incarceration as a health determinant for sexual orientation and gender minority persons. *Am J Public Health*. 2018;108(8):994-999. doi: 10.2105/AJPH.2018.304500
23. Van Hout MC, Kewley S, Hillis A. Contemporary transgender health experience and health situation in prisons: A scoping review of extant published literature (2000–2019). *Int J Transgend Health*. 2020;21(3):258-306. doi: 10.1080/26895269.2020.1772937
24. Dauria EF, Kulkarni P, Clemenzi-Allen A, Brinkley-Rubin L, Beckwith CG. Interventions designed to improve HIV continuum of care outcomes for persons with HIV in contact with the carceral system in the USA. *Curr HIV/AIDS Rep*. 2022;19(4):281-291. doi: 10.1007/s11904-022-00609-x
25. Yavon SV. HIV-infected patients: Discrimination and rights violations. *Sotsiologicheskie Issledovaniya*. 2016;(6(386)):142-144. (In Russ.)

Сведения об авторах:

✉ **Назарова** Инна Борисовна – д.э.н., главный научный сотрудник Института социально-экономических проблем народонаселения имени Н.М. Римашевской – обособленного подразделения ФГБУН «Федеральный научно-исследовательский социологический центр РАН»; e-mail: inna-nazarova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8086-1617>.

Нестеров Роман Сергеевич – аспирант кафедры социологии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»; ассистент кафедры биоэтики лечебного факультета ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; e-mail: rnesterov100@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6492-2985>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Нестеров Р.С.*; сбор данных: *Нестеров Р.С.*; анализ и интерпретация результатов: *Назарова И.Б., Нестеров Р.С.*; обзор литературы: *Назарова И.Б.*; подготовка рукописи: *Назарова И.Б., Нестеров Р.С.* 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.

Благодарности: авторы выражают благодарность волонтерам и сотрудникам Благотворительного фонда «Поддержки социальных инициатив и общественного здравоохранения» за проделанную полевую работу по сбору данных.

Статья получена: 28.01.23 / Принята к публикации: 25.05.23 / Опубликована: 30.06.23

Author information:

✉ Inna B. **Nazarova**, Dr. Sci. (Econ.), Chief Researcher, N.M. Rimashevskaya Institute of Socio-Economic Studies of Population – Branch of the Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of the Russian Academy of Sciences; e-mail: inna-nazarova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8086-1617>.

Roman S. **Nesterov**, postgraduate student, Department of Sociology, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia; Assistant, Department of Bioethics, Faculty of Medicine, Pirogov Russian National Research Medical University; e-mail: rnesterov100@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6492-2985>.

Author contributions: study conception and design, data collection: *Nesterov R.S.*; analysis and interpretation of results, draft manuscript preparation: *Nazarova I.B., Nesterov R.S.*; literature review: *Nazarova I.B.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

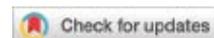
Compliance with ethical standards: Not applicable.

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.

Acknowledgements: The authors express their gratitude to volunteers and staff of the Charitable Foundation for Support of Social Initiatives and Public Health for field data collection.

Received: January 28, 2023 / Accepted: May 25, 2023 / Published: June 30, 2023



Распространенность факторов риска образа жизни среди студентов средних профессиональных образовательных учреждений

О.В. Киёк¹, В.Р. Кучма², А.С. Круподер¹, Т.В. Жукова³

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. им. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, 350063, Российская Федерация

² Институт общественного здоровья имени Ф.Ф. Эрисмана ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.С. Сеченова» (Сеченовский Университет) Минздрава России, ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 2, к. 130–135, г. Москва, 119435, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, пер. Нахичеванский, д. 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация

Резюме

Введение. Систематическое изучение образа жизни студенческой молодежи, будущего экономического и репродуктивного потенциала страны, необходимо для оценки факторов риска потери здоровья и разработки профилактических мероприятий по его сохранению и укреплению.

Цель исследования: изучить распространенность факторов риска образа жизни среди обучающихся рабочим профессиям.

Материалы и методы. Распространенность факторов риска образа жизни среди обучающихся рабочим профессиям изучали по результатам анонимного анкетирования учащихся профессиональных лицеев города Краснодара с их добровольного согласия в 2012 ($n = 200$) и 2022 ($n = 224$) годах.

Результаты. Анализ данных показал, что среди обучающихся в учреждениях среднего профессионального образования наличие факторов риска образа жизни составило в 2022 г. 88,4 %, что на 8,6 % меньше, чем в 2012 г. ($p = 0,002$). Наиболее распространенными факторами риска образа жизни среди обучающихся остаются нерациональное питание (80,4 %), низкая физическая активность (45,5 %), курение (37,0 %). Курить стали меньше на 15,0 % ($p < 0,001$); увеличилась доля учащихся, имеющих высокую физическую активность, на 11,5 % ($p = 0,02$), рационально питающихся – на 7,1 % ($p = 0,05$). Анализ по группам профессий показал, что употребление алкоголя превалирует у станочников деревообрабатывающих станков (57,5 %), электрогазосварщиков (50,0 %), секретарей-референтов (41,2 %); нерациональное питание – у электрогазосварщиков и закройщиков (93,3 %), портных (90,0 %); низкая физическая активность – у 80 % портных, 53,3 % поваров-кондитеров, 50 % секретарей-референтов. Недостаточный сон – у слесарей по ремонту автомобилей (63,3 %), секретарей (44,1 %), электрогазосварщиков (20,0 %). Распространенность табакокурения снизилась у секретарей-референтов на 40,2 % ($p = 0,003$), у закройщиков – на 29,3 % ($p = 0,028$), у поваров-кондитеров – на 20,0 % ($p = 0,05$).

Заключение. Высокий уровень распространенности факторов риска образа жизни требует как систематического проведения информационно-образовательной работы среди подростков, так и создания условий, направленных на повышение культуры здорового образа жизни, выработку устойчивой мотивации сохранения здоровья и навыков здоровьесберегающего поведения.

Ключевые слова: факторы риска образа жизни, среднее профессиональное образование, профессии, учащиеся.

Для цитирования: Киёк О.В., Кучма В.Р., Круподер А.С., Жукова Т.В. Распространенность факторов риска образа жизни среди студентов средних профессиональных образовательных учреждений // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 36–43. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-36-43>

Prevalence of Lifestyle Risk Factors among Students of Vocational High Schools

Olga V. Kiyok,¹ Vladislav R. Kuchma,² Anna S. Krupoder,¹ Tatyana V. Zhukova³

¹ Kuban State Medical University, 4 Mitrofan Sedin Street, Krasnodar, 350063, Russian Federation

² F.F. Erisman Institute of Public Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Rooms 130–135, Bldg 2, 2 Bolshaya Pirogovskaya Street, Moscow, 119435, Russian Federation

³ Rostov State Medical University, 29 Nakhichevansky Lane, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation

Summary

Background: A systematic study of the lifestyle of student youth making up the future economic and reproductive potential of the country is necessary to assess health risk factors and to develop appropriate measures of health promotion and disease prevention.

Objective: To establish the prevalence of lifestyle risk factors among students of vocational high schools.

Materials and methods: The prevalence of lifestyle risk factors was studied based on the results of anonymous surveys of vocational school students conducted in the city of Krasnodar in the years 2012 ($n = 200$) and 2022 ($n = 224$).

Results: In 2022, lifestyle risk factors were found in 88.4 % of the respondents, which was 8.6 % less than in 2012 ($p = 0.002$). The most common factors among the students were imbalanced diet (80.4 %), low physical activity (45.5 %), and smoking (37.0 %). Over the ten years, the proportion of smokers decreased by 15.0 % ($p < 0.001$) while that of students with high physical activity and a healthy diet increased by 11.5 % ($p = 0.02$) and 7.1 % ($p = 0.05$), respectively. The specialty-specific analysis showed that alcohol consumption prevailed among woodworking machine operators (57.5 %), gas and electric welders (50.0 %), and assistant secretaries (41.2 %); imbalanced nutrition was a frequent finding in gas and electric welders, cutters (93.3 % each), and tailors (90.0 %); low physical activity was reported by 80 % of tailors, 53.3 % of pastry chefs, and 50 % of assistant secretaries; poor sleep duration was common among auto mechanics (63.3 %), assistant secretaries (44.1 %), and electric and gas welders (20.0 %). The prevalence of tobacco smoking was found to decrease by 40.2 % among assistant secretaries ($p = 0.003$), by 29.3 % among cutters ($p = 0.028$), and by 20.0 % among pastry chefs ($p = 0.05$).

Conclusion: The high prevalence of lifestyle risk factors observed requires both comprehensive and systematic health promotion among adolescents and creation of conditions aimed at improving the culture of a healthy lifestyle, developing sustainable motivation for maintaining health and skills of healthy living.

Keywords: lifestyle risk factors, secondary vocational education, occupations, students.

For citation: Kiyok OV, Kuchma VR, Krupoder AS, Zhukova TV. Prevalence of lifestyle risk factors among students of vocational high schools. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):36–43. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-36-43>

Введение. Приверженность здоровому образу жизни является одной из составляющих сохранения и укрепления здоровья подрастающего поколения. Подростковый возраст считается самым «здоровым временем жизни», и поэтому молодые люди проявляют мало заинтересованности в сохранении здоровья. В то же время молодежь всегда являлась возрастной группой, наиболее склонной к риску, переоценке своих сил, недооценке значения сохранения здоровья, стремлению подражания взрослым, в том числе и их вредным привычкам [1, 2]. Несмотря на имеющийся широкий круг возможностей к ведению здорового образа жизни, у студенческой молодежи сохраняются проблемы его формирования, обусловленные социальными и поведенческими особенностями [3, 4]. Такие факторы риска образа жизни, как курение, употребление алкоголя, нерациональное питание, ночной сон менее 7 часов, отсутствие физической активности, отрицательно сказываются на формировании здоровой и развитой личности [5–8]. Исследователями установлена связь не только качества жизни и показателей здоровья с распространенностью факторов риска образа жизни, но и степени влияния отдельных факторов на данные показатели [9, 10].

Проводимые в последние годы исследования свидетельствуют о распространении вредных привычек, недостаточном уровне гигиенического воспитания молодежи, тенденции к росту заболеваемости [11–17].

Цель исследования. Изучить распространенность факторов риска образа жизни среди обучающихся рабочим профессиям.

Материалы и методы. Распространенность факторов риска образа жизни среди обучающихся рабочим профессиям в динамике изучали по результатам анонимного анкетирования учащихся профессиональных лицеев города Краснодара с их добровольного согласия в 2012 ($n = 200$) и 2022 ($n = 224$) годах.

Всего в анкетировании приняло участие 424 студента рабочих специальностей: станочник деревообрабатывающих станков ($n = 70$), повар-кондитер ($n = 60$), электрогазосварщик ($n = 60$), слесарь по ремонту автомобилей ($n = 60$), секретарь-референт ($n = 64$), закройщик ($n = 55$), портной ($n = 55$). Использовали анкету, которая содержит вопросы, затрагивающие различные аспекты жизни подростков: характер питания, продолжительность сна, занятия спортом, курение, употребление алкоголя [18]. Создавали базу данных в программе MS Excel 2016 (Microsoft, США). Для оценки статистической значимости применяли метод анализа четырехпольных таблиц сопряженности по критерию хи-квадрат с дополнениями поправкой Йейтса, точным крите-

рием Фишера, различия считали значимыми при $p \leq 0,05$. Статистическая обработка полученных данных проводилась на базе программы Statistica 10 (StatSoft, США) или онлайн-ресурса Medstatistic.

Результаты. Анализ данных, полученных в ходе анкетирования учащихся, показал, что в 2012 году 97,0 % подростков имели факторы риска образа жизни, в 2022 году – 88,4 %. Среди выявленных факторов риска образа жизни у обучающихся в учреждениях среднего профессионального образования, исследуемых в 2012 и 2022 гг., преобладают соответственно: нерациональное питание (87,5 и 80,4 %) ($p = 0,05$), низкий уровень физической активности (57,0 и 45,5 %) ($p = 0,02$), курение (52,0 и 37,0 %) ($p < 0,001$), употребление алкоголя (39,5 и 34,8 %) ($p = 0,27$) (рис. 1).

В целом наличие факторов риска образа жизни среди обследуемых групп учащихся различных специальностей в 2012 году распределились следующим образом: закройщицы и портные в 100 % случаев подвержены вредным поведенческим факторам, электрогазосварщики – 96,7 %, повара-кондитеры – 93,3 %, секретари-референты – 93,3 %, слесари по ремонту автомобилей – 86,7 %, станочники деревообрабатывающих станков – 60 %. В 2022 году среди обследуемых наибольшее количество учащихся с факторами риска отмечено в группах электрогазосварщиков (93,3 %), закройщиков (93,3 %), портных (90,0 %) и станочников деревообрабатывающих станков (87,5 %) (рис. 2).

Вклад отдельных факторов риска образа жизни, изученный в группах обучающихся рабочим профессиям в 2012 и 2022 гг., представлен в табл. 1, 2.

В 2012 году наибольшее количество учащихся с нерациональным типом питания установлено среди закройщиц и портных (100,0 %), электрогазосварщиков (96,7 %); имеют низкий уровень физической активности 100 % портных. 52 % учащихся имеют вредную привычку – курение, при этом наибольшее количество курящих – среди будущих слесарей по ремонту автомобилей (76,7 %). Употребляют алкоголь 39,5 % всех опрошенных учащихся: наибольший процент составили станочники в деревообработке (60,0 %), электрогазосварщики (53,3 %), повара-кондитеры (46,7 %). Недостаточный сон выявлен у 35,5 % респондентов: наибольшее количество учащихся, спящих менее 7 часов в сутки, – среди секретарей-референтов (66,7 %) и станочников деревообрабатывающих станков (56,7 %).

В 2022 году наибольшее число учащихся с нерациональным типом питания отмечено в группах электрогазосварщиков и закройщиков (93,3 %); курят больше всех слесари по ремонту автомобилей (76,7 %) и электрогазосварщики (56,7 %). Самый высокий процент употребления алкоголя – среди

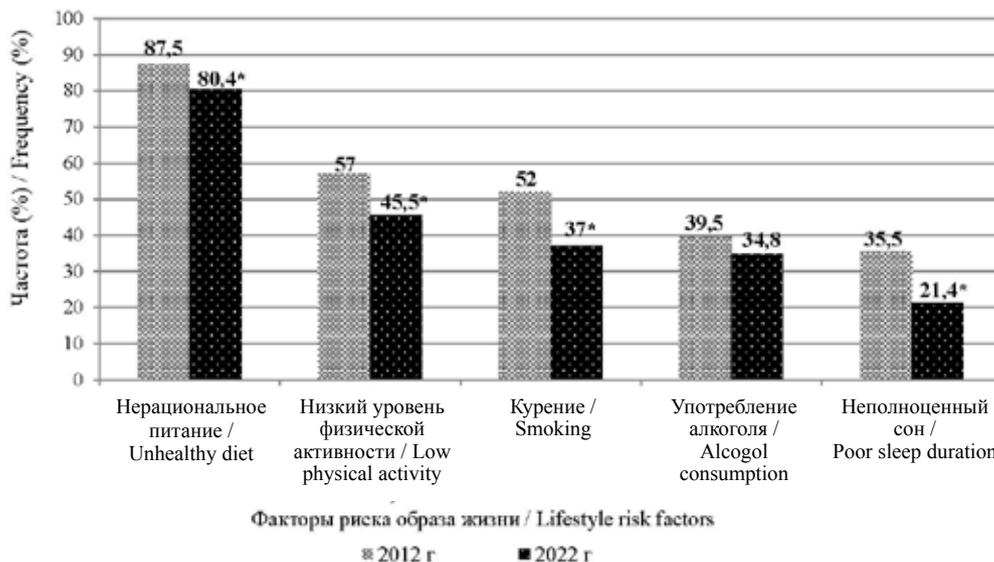
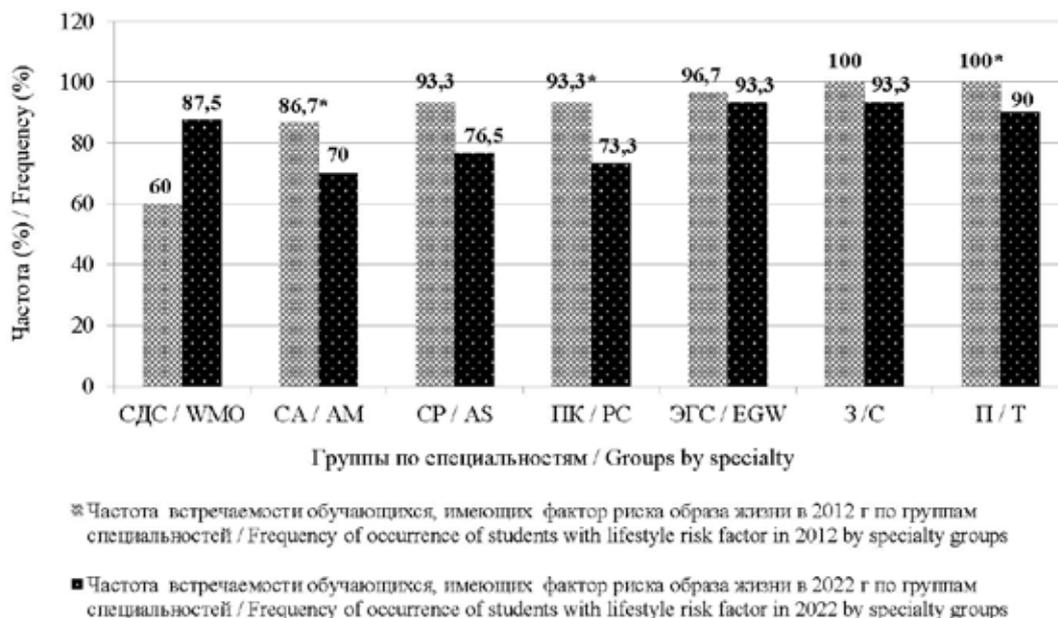


Рис. 1. Частота факторов риска образа жизни среди обучающихся в учреждениях среднего профессионального образования в 2012 и 2022 гг.

Fig. 1. Frequency of lifestyle risk factors among students of vocational high schools in the years 2012 and 2022

Примечание: * – статистически значимые различия ($p \leq 0,05$ при сравнении данных в 2012 и 2022 гг.).
Notes: * $p \leq 0.05$ for comparison between the years 2012 and 2022.



Сокращения: СДС – станочники деревообрабатывающих станков; СА – слесари по ремонту автомобилей; СП – секретари-референты; ПК – повара-кондитеры; ЭГС – электрогазосварщики; З – закройщики; П – портные.

Abbreviations: WMO – Woodworking machine operator; AM – auto mechanic; AS, assistant secretary; PS – pastry chef; EGW – electric and gas welder; C – cutter; T – tailor.

Рис. 2. Частота встречаемости обучающихся, имеющих фактор риска образа жизни, в 2012 и 2022 гг.

Fig. 2. Specialty-specific frequency of students having a lifestyle risk factor in the years 2012 and 2022

Примечание: * – статистически значимые различия ($p \leq 0,05$ при сравнении частоты встречаемости обучающихся, имеющих фактор риска образа жизни, в 2012 и 2022 гг.).

Note: $p \leq 0.05$ for comparison between the years 2012 and 2022.

станочников в деревообработке (57,5 %) и электрогазосварщиков (50,0 %). Кроме того, отмечен неполноценный сон у 63,3 % слесарей по ремонту автомобилей и низкая физическая активность у 80,0 % портных.

В 2012 году число обучающихся, не имеющих факторов риска образа жизни, составляло 3 %, с одним фактором риска образа жизни – 9,5 %,

с двумя факторами – 33,5 % и с тремя и более факторами – 54 %. В 2022 году число обучающихся с отсутствием факторов риска образа жизни увеличилось на 8,6 % и составило 11,6 % ($p = 0,002$), с одним фактором риска – 15,2 %, двумя факторами – 33,5 %. Следует отметить, что число обучающихся, имеющих сочетание трех и более факторов риска образа жизни, в 2022 году снизилось на 14,3 %

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-36-43>
Original Research Article

и составило 39,7 % ($p = 0,004$). Тем не менее при позитивных тенденциях распространенность факторов риска образа жизни остается высокой.

Обсуждение. Сохранение и укрепление здоровья учащихся возможно при условии целенаправленной разработки профилактических мероприятий, включающих ведение просветительской деятельности в отношении вреда курения, употребления алкоголя, нерационального питания, соблюдения режима труда и отдыха, малоподвижного образа жизни [19, 20].

В этих условиях важным моментом в формировании системы мероприятий, направленных на воспитание приверженности к здоровому образу жизни (ЗОЖ) среди учащихся, стал Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»¹. Для достижения поставленных задач были разработаны национальные и федеральные проекты, направленные на создание среды, способствующей формированию у молодежи здорового образа жизни. Кроме того, Приказом Минздрава России от 15 января 2020 года утверждена «Стратегия формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года»². Одним из основных направлений решения задач Стратегии является разработка и реализация мероприятий, направленных на формирование здорового образа жизни у детей и молодежи. Проводятся информационно-коммуникационные кампании по формированию здорового образа жизни, мероприятия по привлечению к занятиям физической культурой и спортом, популяризации здорового питания, по преодолению и профилактике алкогольной, табачной и наркотической зависимости [21–23]. Активное формирование приверженности к здоровому образу жизни отразилось на показателях распространенности факторов риска образа жизни среди обучающихся рабочим профессиям, изученных в 2022 году. Рассматривая динамику

факторов риска за десятилетие, можно отметить, что все рассматриваемые показатели снизились, но это, скорее, можно трактовать как тенденцию. Анализ данных показал, что среди обучающихся в учреждениях среднего профессионального образования наличие факторов риска образа жизни составило в 2022 году 88,4 %, что на 8,6 % меньше, чем в 2012 ($p = 0,002$) году.

Наиболее распространенными факторами риска образа жизни среди обучающихся остаются нерациональное питание (80,4 %), низкий уровень физической активности (45,5 %), курение (37,0 %), употребление алкоголя (34,8 %). Вместе с тем необходимо отметить, что курить стали меньше на 15,0 % ($p < 0,001$). Кроме того, увеличилась доля учащихся, которые спят более 7 часов, на 14,1 % ($p = 0,002$), имеющих высокий уровень физической активности – на 11,5 % ($p = 0,02$), доля учащихся рационально питающихся – на 7,1 % ($p = 0,05$).

При рассмотрении распространения факторов риска образа жизни по группам специальностей необходимо отметить, что, несмотря на улучшение показателей в динамике в целом, вызывает тревогу сохраняющаяся высокая распространенность таких факторов риска образа жизни, как употребление алкоголя, преобладающее у станочников деревообрабатывающих станков (57,5 %), электрогазосварщиков (50,0 %) и у секретарей-референтов (41,2 %). Нерациональное питание остается на высоком уровне у электрогазосварщиков и закройщиков (93,3 %), а также портных (90,0 %). Низкая физическая активность наблюдается у 80 % портных, 53,3 % поваров-кондитеров и 50 % секретарей-референтов. Спят меньше семи часов слесари по ремонту автомобилей (63,3 %), секретари-референты (44,1 %), электрогазосварщики (20,0 %).

В то же время распространенность табакокурения существенно снизилась в изучаемых группах, и больше всего у секретарей-референтов: на 40,2 % ($p = 0,003$), у закройщиков – на 29,3 % ($p = 0,028$), у поваров-кондитеров – на 20,0 % ($p = 0,05$).

Таблица 1. Частота встречаемости обучающихся в исследуемых группах, имеющих вредные привычки, в 2012 и 2022 гг.

Table 1. Frequency of occurrence of students with bad habits in the study groups in the years 2012 and 2022

Вредные привычки / Bad habits Специальность / Specialty	Курение / Smoking					Употребление алкоголя / Alcohol consumption				
	2012		2022			2012		2022		
	n	%	n	%		n	%	n	%	
Слесарь по ремонту автомобилей / Auto mechanic	30	76,7	30	70,0	$p = 0,771$	30	43,3	30	30,0	$p = 0,422$
Секретарь-референт / Assistant secretary	30	66,7	34	26,5	$p = 0,003$	30	20,0	34	41,2	$p = 0,121$
Повар-кондитер / Pastry chef	30	63,3	30	43,3	$p = 0,121$	30	46,7	30	33,3	$p = 0,292$
Электрогазосварщик / Electric and gas welder	30	60,0	30	56,7	$p = 0,794$	30	53,3	30	50,0	$p = 0,797$
Закройщик / Cutter	25	56,0	30	26,7	$p = 0,05$	25	40,0	30	20,0	$p = 0,185$
Станочник деревообрабатывающих станков / Woodworking machine operator	30	33,3	40	15,0	$p = 0,129$	30	60	40	57,5	$p = 0,834$
Портной / Tailor	25	0	30	0	$p > 0,05$	25	12,0	30	3,3	$p > 0,05$

¹ Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://base.garant.ru/71937200/> (дата обращения: 01.02.2023).

² Приказ Минздрава России от 15.01.2020 № 8 «Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года». [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73421912/> (дата обращения: 27.02.2023).

Таблица 2. Частота встречаемости обучающихся в исследуемых группах, имеющих факторы риска образа жизни в 2012 и 2022 гг.**Table 2. Frequency of occurrence of students having specific lifestyle risk factors in the study groups in the years 2012 and 2022**

Факторы риска образа жизни / Lifestyle risk factors Специальность / Specialty	Нерациональное питание / Unhealthy diet					Неполноценный сон / Poor sleep duration					Низкий уровень физической активности / Low physical activity				
	2012		2022			2012		2022			2012		2022		
	n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%	
Слесарь по ремонту автомобилей / Auto mechanic	30	86,7	30	46,7	$p < 0,05$	30	26,7	30	63,3	$p = 0,010$	30	50,0	30	26,7	$p = 0,112$
Секретарь-референт / Assistant secretary	30	93,3	34	76,5	$p = 0,132$	30	66,7	34	44,1	$p = 0,071$	30	53,3	34	50,0	$p = 0,791$
Повар-кондитер / Pastry chef	30	93,3	30	73,3	$p < 0,05$	30	33,3	30	0	$p < 0,05$	30	63,3	30	53,3	$p = 0,433$
Электрогазосварщик / Electric and gas welder	30	96,7	30	93,3	$p > 0,05$	30	26,7	30	20,0	$p = 0,761$	30	46,7	30	33,3	$p = 0,292$
Закройщик / Cutter	25	100,0	30	93,3	$p > 0,05$	25	20,0	30	16,7	$p = 0,975$	25	72,0	30	38,6	$p = 0,036$
Станочник деревообрабатывающих станков / Woodworking machine operator	30	46,7	40	87,5	$p < 0,001$	30	56,7	40	0	$p < 0,05$	30	23,3	40	37,5	$p = 0,316$
Портной / Tailor	25	100,0	30	90,0	$p > 0,05$	25	12,0	30	10,0	$p > 0,05$	25	100,0	30	80,0	$p < 0,05$

Десятилетие – достаточный срок, чтобы установить характер этих положительных изменений в образе жизни молодежи. Существенное снижение риска отмечено только для курения – с 52,0 до 37,0 % ($p < 0,001$). Причина этого, по-видимому, связана не столько с увеличением приверженности к ЗОЖ среди учащихся (иначе трудно объяснить отсутствие улучшения показателей по другим факторам риска), сколько с реализацией соответствующих государственных программ по ограничению курения [24–27]. Однако дальнейшее движение в направлении формирования здорового образа жизни, например в отношении увеличения физической активности, здорового питания, отказа от курения и употребления алкоголя, не может быть реализовано ограничительными мерами. На примере организованных коллективов обучающихся рабочим профессиям необходимо формировать приверженность к здоровьесбережению через организацию образовательных программ, олимпиад, конкурсов, студенческих конференций, спортивных мероприятий по ЗОЖ, внедрять в учреждения среднего профессионального образования поощрительную систему за активное принятие здорового образа жизни.

Принявшие участие в анкетировании учащиеся осваивают наиболее распространенные рабочие профессии, предъявляющие к организму обучающихся наличие соответствующего уровня здоровья и общей физической подготовки. В связи с этим в вопросах сохранения трудового потенциала, здоровья будущих рабочих необходимо исходить не столько из формирования противопоказаний к обучению, хотя они безусловно необходимы, сколько из практики внедрения в учебный процесс программы профилактики факторов риска развития заболеваний, в том числе занятий физической культурой профессиональной прикладной направ-

ленности. С гигиенических позиций в соответствии с установленной нами приоритетностью факторов риска рекомендуем включить в программы всех лет обучения не менее четырех занятий физической культурой в неделю с обязательным изучением теоретических основ влияния физических упражнений на функционирование всех систем организма и обучением комплексу физических упражнений в зависимости от профиля специальности. Отечественными исследователями показан опыт гигиенического воспитания и обучения через внедрение в учебный процесс образовательных курсов по формированию здоровья. В нашем случае, несомненно, данный опыт может быть также успешно реализован [28].

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение эффективности внедрения образовательных программ по гигиеническому воспитанию в УСПО, увеличения объема часов физической культуры с применением современных физкультурно-оздоровительных технологий с учетом профиля специальности.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали, что, несмотря на общую тенденцию к снижению, распространенность факторов риска образа жизни среди обучающихся рабочим специальностям остается на достаточно высоком уровне (97,0 % в 2012 году и 88,4 % в 2022 году ($p = 0,002$)). Наиболее распространенными факторами риска образа жизни учащихся учреждений среднего профессионального образования на сегодня являются нерациональное питание (80,4 %), низкий уровень физической активности (45,5 %), курение (37,0 %), употребление алкоголя (34,8 %).

Высокий уровень распространенности факторов риска образа жизни требует не только систематического активного проведения информационной, культурно-спортивно-массовой работы среди

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-36-43>
Original Research Article

подростков, направленной на повышение культуры здорового образа жизни, выработку устойчивой мотивации сохранения здоровья, умений и навыков здоровьесберегающего поведения, но и обеспечения условий для их реализации за счет внедрения в учебный процесс образовательных программ по ЗОЖ, увеличения объема часов по физической культуре с обязательным изучением физических упражнений, рекомендованных в зависимости от профиля специальности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казанцева А.В., Ануфриева Е.В. Ключевые проблемы в оценке здоровья подростков при получении среднего профессионального образования // *Здоровье населения и среда обитания*. 2020. № 8 (329). С. 43–49. doi: 10.35627/2219-5238/2020-329-8-43-49
2. Копылов А.С. Здоровье студенческой молодежи и факторы риска, его определяющие // *Российский вестник гигиены*. 2022. № 1. С. 34–40. doi: 10.24075/rbh.2022.040
3. Кучма В.Р., Фисенко А.П. Медико-профилактические направления укрепления здоровья детей в рамках реализации Плана мероприятий Десятилетия детства до 2020 г. // *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018. № 3. С. 4–10.
4. Пашинцева А.П., Пикалова К.В., Огрызкова Г.С. Отношение молодежи к формированию здорового образа жизни // *Молодежный инновационный вестник*. 2018. Т. 7. № 2. С. 55–56. EDN YUMWYX.
5. Бурлуцкая А.В., Статова А.В., Гурина Е.С. Состояние здоровья (заболеваемость и инвалидность) подростков в Краснодарском крае // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019. Т. 26. № 2. С. 130–139. doi: 10.25207/1608-6228-2019-26-2-130-139
6. Bin Abdulrahman KA, Khalaf AM, Bin Abbas FB, Alanezi OT. The lifestyle of Saudi medical students. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(15):7869. doi: 10.3390/ijerph18157869
7. Ma C, Xu W, Zhou L, Ma S, Wang Y. Association between lifestyle factors and suboptimal health status among Chinese college freshmen: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2018;18(1):105. doi: 10.1186/s12889-017-5002-4
8. Панова Н.А., Варфоломеева З.С. Оценка состояния и динамики распространения нарушений функций дыхания у подростков 14–16 лет // *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2020. № 5. С. 16–20. EDN: YEXMFT.
9. Шубочкина Е.И., Ибрагимова Е.М., Иванов В.Ю. Гигиенические аспекты профессионального образования и трудовой деятельности подростков: риски здоровью, технологии снижения // *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2019. № 1. С. 32–40. EDN: JTIPEH.
10. Atzendorf J, Apfelbacher C, Gomes de Matos E, Kraus L, Piontek D. Patterns of multiple lifestyle risk factors and their link to mental health in the German adult population: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2018;8(12):e022184. doi: 10.1136/bmjopen-2018-022184
11. Müller C, El-Ansari K, El Ansari W. Health-promoting behavior and lifestyle characteristics of students as a function of sex and academic level. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(12):7539. doi: 10.3390/ijerph19127539
12. Qin Z, Wang N, Ware RS, Sha Y, Xu F. Lifestyle-related behaviors and health-related quality of life among children and adolescents in China. *Health Qual Life Outcomes*. 2021;19(1):8. doi: 10.1186/s12955-020-01657-w
13. Кучма В.Р., Шубочкина Е.И., Ибрагимова Е.М., Молдованов В.В., Иванов В.Ю. Условия формирования здоровья трудового потенциала: проблемы и пути решения // *Медицина труда и промышленная экология*. 2017. № 8. С. 50–54.
14. Шубочкина Е.И., Иванов В.Ю., Блинова Е.Г. Региональные особенности жизнедеятельности и здоровья учащихся подросткового возраста (по данным многоцентровых исследований) // *Здоровье населения и среда обитания*. 2018. № 8 (305). С. 47–50. doi: 10.35627/2219-5238/2018-305-8-47-50
15. Кучма В.Р., Шубочкина Е.И., Ибрагимова Е.М. Приоритет факторов риска здоровью учащихся колледже как основа профилактических программ // *Медицина труда и промышленная экология*. 2017. № 9. С. 104–104.
16. Саньков С.В., Тикашкина О.В. Изучение распространенности поведенческих факторов риска здоровью у старшеклассников // *Здоровье населения и среда обитания*. 2020. № 11 (332). С. 49–54. doi: 10.35627/2219-5238/2020-332-11-49-54. EDN GWWXSM.
17. Антонова А.А., Яманова Г.А., Боговденнова В.Ф., Умарова Д.Н. Основные тенденции заболеваемости среди детского населения // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021. № 1-3 (103). С. 6–9. doi: 10.23670/IRJ.2021.103.1.054. EDN: QBAAlC.
18. Загоруйченко А.А. Карпова О.Б. Современные тенденции здоровья детского населения в России // *Главврач*. 2022. № 6. С. 14–19. doi: 10.33920/med-03-2206-02. EDN ZXCRJC.
19. Квинт В.О., Пронькин В.В. Распространенность вредных привычек среди населения // *Современные проблемы экологии и здоровья населения: Материалы всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию образования Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований и IV всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Ангарск, 05–09 июля 2021 года.* / Иркутск: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Сибирского отделения Российской академии наук, 2021. С. 212–217.
20. Тятенкова Н.Н., Уварова Ю.Е. Соблюдение принципов здорового образа жизни работающей и учащейся молодежью // *Здоровье и окружающая среда*. 2019. № 29. С. 187–191.
21. Киёк О.В., Сахаров А. В., Стасюк Е.А. Формирование приверженности ЗОЖ у населения Краснодарского края // *Сборник тезисов научно-практических работ к 100-летию образования государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации*. Краснодар: Издательство, 2022. С. 43–51.
22. Ларионова В.К. Спортивно-оздоровительное мероприятие, как способ формирования здорового образа жизни у молодежи // *Молодежная политика России в контексте глобальных мировых перемен: Материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22–24 ноября 2018 года* / Под редакцией Г.В. Ковалевой. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. С. 220–223.
23. Билувус В.К. Здоровьесбережение как механизм формирования здорового образа жизни современной молодежи // *Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки*. 2020. № 6. С. 20–23. doi: 10.23672/q0306-5906-2204-о. EDN: VFVEVQ.
24. Порошина А.С., Синцова С.В., Бармина В.Ю. Анализ эффективности антитабачной кампании в Кировской области // *Медицинское образование сегодня*. 2022. № 1 (17). С. 58–62.

25. Ненахов И.Г., Степкин Ю.И., Платунин А.В. К вопросу оценки риска влияния табакокурения на здоровье учащихся школьного возраста // *Здоровье населения и среда обитания*. 2019. № 12 (321). С. 20–22. doi: 10.35627/2219-5238/2019-321-12-20-22
26. Наумова Н.А., Васильева Т.П., Олендарь Н.В. Научное обоснование направлений совершенствования профилактики табакокурения среди подростков // *Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке»*. 2018. Т. 20. № 7. С. 84–89. EDN XVVFZB.
27. Сирко А.А., Зайцев Е.А. К вопросу об эффективности проведения информационно-просветительских мероприятий в системе «Профилактика табакокурения» // *Амурский научный вестник*. 2018. № 2. С. 70–78. EDN OVJZZF.
28. Горбаткова Е.Ю., Ахмадуллина Х.М., Ахмадуллин У.З. Роль гигиенического обучения и воспитания в системе сохранения и укрепления здоровья студентов вузов // *Гигиена и санитария*. 2023. Т. 102. № 2. С. 162–168. doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-2-162-168. EDN QDSYXN.
29. their link to mental health in the German adult population: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2018;8(12):e022184. doi: 10.1136/bmjopen-2018-022184
11. Müller C, El-Ansari K, El Ansari W. Health-promoting behavior and lifestyle characteristics of students as a function of sex and academic level. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(12):7539. doi: 10.3390/ijerph19127539
12. Qin Z, Wang N, Ware RS, Sha Y, Xu F. Lifestyle-related behaviors and health-related quality of life among children and adolescents in China. *Health Qual Life Outcomes*. 2021;19(1):8. doi: 10.1186/s12955-020-01657-w
13. Kuchma VR, Shubochkina EI, Ibragimova EM, Moldovanov VV, Ivanov VYu. Conditions of health formation in work potential: problems and solutions. *Medsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017;(8):50–54. (In Russ.)
14. Shubochkina EI, Ivanov VYu, Blinova EG, Novikova II, Yanushanets OI, Petrova EA. The regional features of life and health of adolescent pupils (according to multi-center studies). *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018;(8(305)):47–50. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-305-8-47-50
15. Kuchma VR, Shubochkina EI, Ibragimova EM. Priority of health risk factors in college students as a basis for prevention programs. *Medsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017;(9):104. (In Russ.)
16. Sankov SV, Tikashkina OV. Studying the prevalence of behavioral health risk factors in high schoolers. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(11(332)):49–54. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-332-11-49-54
17. Antonova AA, Yamanova GA, Bogovdenova VF, Umarova DN. Main trends in morbidity among child population. *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal*. 2021;(1-3(103)):6–9. (In Russ.) doi: 10.23670/IRJ.2021.103.1.054
18. Zagoruichenko AA, Karpova OB. Modern trends in the health of the child population in Russia. *Glavvrach*. 2022;(6):14–19. (In Russ.) doi: 10.33920/med-03-2206-02
19. Kvint VO, Pron'kin VV. Prevalence of bad habits among the population. In: *Modern Problems of Ecology and Public Health: Proceedings of the All-Russian Conference with International Participation devoted to the 60th Anniversary of the East Siberian Institute of Medical and Ecological Research and the Fourth All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Angarsk, July 5–9, 2021*. Irkutsk: Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology Publ.; 2021:212–217. (In Russ.)
20. Tyatenkova NN, Uvarova YE. Adherence to the principles of healthy lifestyle of young workers and students. *Zdorov'e i Okruzhayushchaya Sreda*. 2019;(29):187–191. (In Russ.)
21. Kiyok OV, Sakharov AV, Stasyuk EA. [Building commitment to a healthy lifestyle among the population of the Krasnodar Krai.] In: *Collection of Abstracts of Scientific and Practical Works Dedicated to the 100th Anniversary of the State Sanitary and Epidemiological Service of the Russian Federation*. Krasnodar: Tipografiya FBUZ Publ.; 2022:43–51. (In Russ.)
22. Larionova VK. [Sports and wellness event as a way of forming a healthy lifestyle among young people.] In: Kovaleva GV, ed. *Youth Policy in Russia in the Context of Global World Changes: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, November 22–24, 2018*. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design Publ.; 2018:220–223. (In Russ.)

REFERENCES

1. Kazantseva AV, Anufrieva EV. Key issues in assessing health of adolescents getting secondary vocational education. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(8(329)):43–49. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-329-8-43-49
2. Kopylov AS. Health of students and its determining risk factors. *Rossiyskiy Vestnik Gигиены*. 2022;(1):38–45. (In Russ.) doi: 10.24075/rbh.2022.040
3. Kuchma VR, Fisenko AP. Medical-preventive directions of strengthening the health of children within the framework of the implementation of the Action Plan for the Decade of the Childhood till 2020. *Voprosy Shkol'noy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2018;(3):4–10. (In Russ.)
4. Pashintseva AP, Pikalova KV, Ogryzkova GS. [The attitude of young people to the formation of a healthy lifestyle.] *Molodezhnyy Innovatsionnyy Vestnik*. 2018;7(2):55–56. (In Russ.)
5. Burlutskaya AV, Statova AV, Gurina ES. The health status of teenagers in Krasnodar Krai. *Kubanskiy Nauchnyy Meditsinskiy Vestnik*. 2019;26(2):130–139. (In Russ.) doi: 10.25207/1608-6228-2019-26-2-130-139
6. Bin Abdulrahman KA, Khalaf AM, Bin Abbas FB, Alanezi OT. The lifestyle of Saudi medical students. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(15):7869. doi: 10.3390/ijerph18157869
7. Ma C, Xu W, Zhou L, Ma S, Wang Y. Association between lifestyle factors and suboptimal health status among Chinese college freshmen: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2018;18(1):105. doi: 10.1186/s12889-017-5002-4
8. Panova NA, Varfolomeeva ZS. Assessment of the state and dynamics of the spread of disorders external respiratory function of adolescents 14–16 years old. *Nauchnoe Obozrenie. Meditsinskie Nauki*. 2020;(5):16–20. (In Russ.)
9. Shubochkina EI, Ibragimova EM, Ivanov VYu. Hygienic aspects of professional education and labor activity of adolescents: health risks, reduction technologies. *Voprosy Shkol'noy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2019;(1):32–40. (In Russ.)
10. Atzendorf J, Apfelbacher C, Gomes de Matos E, Kraus L, Piontek D. Patterns of multiple lifestyle risk factors and

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-36-43>
Original Research Article

23. Bilovus VK, Rudenko AM. Health saving as a mechanism for the formation of a healthy lifestyle of modern youth. *Gumanitarnye, Sotsial'no-Ekonomicheskie i Obshchestvennyye Nauki*. 2020;(6):20-23. (In Russ.) doi: 10.23672/q0306-5906-2204-o
24. Poroshina AS, Sintsova SV, Barmina VYu. Analyzing effectiveness of anti-smoking campaign in Kirov region. *Meditsinskoe Obrazovanie Segodnya*. 2022;(1(17)):58-62. (In Russ.)
25. Nenakhov IG, Stepkin Yul, Platunin AV. To the issue of assessing health risks of tobacco smoking for adolescent schoolchildren. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2019;(12(321)):20-22. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2019-321-12-20-22
26. Naumova NA, Vasilieva TP, Olendar NV, Mushnikov DL. Scientific substantiation of improvement prevention of tobacco use among adolescents. *Elektronnyy Nauchno-Obrazovatel'nyy Vestnik Zdorov'e i Obrazovanie v XXI Veke*. 2018;20(7):84-89. (In Russ.)
27. Sirko AA, Zaitsev EA. To the question about the effectiveness of outreach events in the system "Prevention of tobacco smoking". *Amurskiy Nauchnyy Vestnik*. 2018;(2):70-78. (In Russ.)
28. Gorbatkova EYu, Ahmadullina KhM, Akhmadullin UZ. Role of hygienic education and upbringing in the system of preserving and strengthening health of the university students. *Gigiena i Sanitariya*. 2023;102(2):162-168. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-2-162-168

Сведения об авторах:

✉ **Киёк** Ольга Васильевна – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой профильных гигиенических дисциплин и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: olga.kiek@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0900-6313>.

Кучма Владислав Ремирович – член-корр. РАН, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой гигиены детей и подростков Институт общественного здоровья имени Ф.Ф. Эрисмана ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.С. Сеченова» (Сеченовский Университет) Минздрава России; e-mail: kuchmavr@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1410-5546>.

Круподер Анна Сергеевна – ассистент кафедры профильных гигиенических дисциплин и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: anya.krupoder@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3470-8923>.

Жукова Татьяна Васильевна – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей гигиены ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: zog.zukowa@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8344-5467>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Киёк О.В., Кучма В.Р.*; сбор данных: *Киёк О.В., Круподер А.С.*; анализ и интерпретация результатов: *Киёк О.В., Кучма В.Р., Круподер А.С.*; литературный обзор: *Киёк О.В., Кучма В.Р., Круподер А.С.*; подготовка рукописи: *Киёк О.В., Кучма В.Р., Круподер А.С., Жукова Т.В.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено независимым этическим комитетом ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России (Протокол № 73 от 25.01.2019). От всех участников было получено информированное согласие.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 06.04.23 / Принята к публикации: 25.05.23 / Опубликована: 30.06.23

Author information:

✉ Olga V. **Kiyok**, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Head of the Department of Specialized Hygienic Disciplines and Epidemiology, Kuban State Medical University; e-mail: olga.kiek@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0900-6313>.

Vladislav R. **Kuchma**, Dr. Sci. (Med.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Head of the Department of Pediatric Hygiene, F.F. Erisman Institute of Public Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; e-mail: kuchmavr@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1410-5546>.

Anna S. **Krupoder**, Assistant, Department of Specialized Hygienic Disciplines and Epidemiology, Kuban State Medical University; e-mail: anya.krupoder@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3470-8923>.

Tatyana V. **Zhukova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of General Hygiene, Rostov State Medical University; e-mail: zog.zukowa@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8344-5467>.

Author contributions: study conception and design: *Kiyok O.V., Kuchma V.R.*; data collection: *Kiyok O.V., Krupoder A.S.*; analysis and interpretation of results, literature review: *Kiyok O.V., Kuchma V.R., Krupoder A.S.*; manuscript preparation: *Kiyok O.V., Kuchma V.R., Krupoder A.S., Zhukova T.V.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Study approval was provided by the Ethics Committee of the Kuban State Medical University of the Russian Ministry of Health (protocol No. 73 of January 25, 2019). Written informed consent was obtained from all participants.

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

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

Received: April 6, 2023 / Accepted: May 25, 2023 / Published: June 30, 2023



Использование биологического мониторинга для оценки вреда здоровью в условиях загрязнения окружающей среды металлами

Т.К. Ларионова¹, Р.А. Даукаев¹, М.А. Землянова², Н.В. Зайцева², Г.Р. Аллаярова¹, Е.Е. Зеленковская¹, А.С. Фазлыева¹, А.Н. Ларионова³, И.В. Тихонова⁴.

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

² ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, д. 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация

³ ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения города Москвы», Мичуринский пр., д. 74, г. Москва, 119602, Российская Федерация

⁴ Управление Роспотребнадзора по Красноярскому краю, ул. Каратанова, д. 21, г. Красноярск, 660097, Российская Федерация

Резюме

Введение. Государственная система санитарно-гигиенического мониторинга создана с целью устранения вредного воздействия на человека факторов среды обитания. Использование биологических сред человека в качестве маркера воздействия загрязнения среды обитания на здоровье населения позволяет оценить динамику содержания и экспозиции приоритетных металлов в биосредах, выделять территории с наибольшими уровнями содержания приоритетных металлов и, напротив, территории благоприятствования по данному показателю, прогнозировать негативные или позитивные изменения со стороны критических органов и систем на основе анализа тенденций изменения.

Цель исследования: разработать алгоритм биомониторинга для повышения объективности оценки вреда здоровью человека в условиях загрязнения окружающей среды металлами.

Материалы и методы. Измерение уровня металлов в биологических средах человека проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии за период 2000-2022 гг. Причинно-следственные связи устанавливали методом математического моделирования зависимости концентрации металла в биосреде от воздействующей дозы при различных путях поступления в организм.

Результаты. Предложена программа биомониторинга, которая включает определение территорий наибольшего потенциального риска причинения вреда здоровью приоритетными металлами, зон экспозиции и точек мониторинга, пространственно привязанных к хозяйствующим субъектам, относимых к чрезвычайно высокому и высокому потенциальному рискам причинения вреда здоровью населения, численности и групп риска населения, находящегося в зоне экспозиции, обоснование приоритетных металлов природного и техногенного происхождения, сред и путей их воздействия по результатам доказанных причинно-следственных связей в системе «экспозиция – маркер экспозиции – маркер эффекта», собственно исследование и оценку в динамике фактического содержания приоритетных металлов в биосредах лиц из групп риска. Обнаружение повышенного уровня содержания металлов в биосредах может свидетельствовать о наличии опасного для здоровья человека загрязнения среды обитания и требует принятия управленческих решений как способа управления риском и устранения негативных последствий причинения вреда здоровью населения в виде развития заболеваний, ассоциированных с воздействием металлов.

Заключение. Предлагаемый алгоритм биологического мониторинга, направленный на установление и устранение вредного воздействия на человека факторов среды обитания, позволит развивать систему СГМ в части определения и уточнения приоритетных территорий, зон, точек контроля, актуальных показателей для включения в программы мониторинга. Результаты биомониторинга металлов могут входить в обосновывающие материалы экспертных заключений, использоваться при обосновании привлечения к ответственности лиц, виновных в загрязнении среды обитания металлами вследствие установленных нарушений обязательных санитарно-эпидемиологических требований хозяйствующими субъектами, повлекших за собой причинение вреда здоровью населения, при обосновании и оценке эффективности санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, здоровье населения, окружающая среда, биологические среды, макро- и микрорезультаты.

Для цитирования: Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Землянова М.А., Зайцева Н.В., Аллаярова Г.Р., Зеленковская Е.Е., Фазлыева А.С., Ларионова А.Н., Тихонова И.В. Использование биологического мониторинга для оценки вреда здоровью в условиях загрязнения окружающей среды металлами // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 44–53. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-44-53>

Use of Biological Monitoring to Assess Health Damage from Environmental Pollution with Metals

Tatiana K. Larionova,¹ Rustem A. Daukaev,¹ Marina A. Zemlyanova,² Nina V. Zaitseva,² Guzel R. Allayarova,¹ Evgenya E. Zelenkovskaya,¹ Anna S. Fazlieva,¹ Anna N. Larionova,³ Irina V. Tikhonova⁴

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

² Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Street, Perm, 614045, Russian Federation

³ Scientific and Practical Center for Child Psychoneurology of the Moscow City Department of Health, 74 Michurinsky Avenue, Moscow, 119602, Russian Federation

⁴ Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Krasnoyarsk Region, 21 Karatanov Street, Krasnoyarsk, 660097, Russian Federation

Summary

Introduction: The government system of public health monitoring was created in order to eliminate adverse health effects of environmental factors in humans. The use of human biological specimens as markers of effect of environmental pollution makes it possible to assess the dynamics of concentrations and levels of exposure to priority metals, to identify territories with the highest and lowest levels of priority metals, and to predict both negative and positive changes in response of critical organs and systems based on trend analysis.

Objective: To develop a biomonitoring algorithm to improve objectivity of assessing human health damage caused by environmental pollution with metals.

Materials and methods: Concentrations of metals in human biological specimens were measured by atomic absorption spectrometry in 2000–2020. Cause-and-effect relationships were established by mathematical modeling of the relationship between the dose of exposure at its various pathways and metal concentrations in human blood, urine, hair and nail specimens.

Results: We propose a biological monitoring program, which includes determination of territories of the highest potential risk of health damage caused by priority metals, of exposure zones and monitoring points spatially linked to economic entities classified as those posing extremely high and high potential human health risks, of the size of population at risk and particular risk groups, as well as substantiation of priority metals of natural and man-made origin, media and pathways of exposure based on the results of proven causal relationships in the system “exposure – marker of exposure – marker of effect”, the study and dynamic assessment priority metal concentrations in biological specimens of individuals at risk. The detection of increased levels of metals in biological specimens may indicate that the environmental pollution is dangerous to human health and requires managerial decision making as a means of managing health risks and eliminating health damage manifested by diseases associated with metal exposure.

Conclusion: The suggested algorithm of biological monitoring, aimed at establishing and eliminating adverse effects of environmental factors in humans will contribute to the development of the public health monitoring system in terms of determining and specifying priority territories, zones, control points, and relevant indicators for inclusion in monitoring programs. The results of biological monitoring of metals can be included in the substantiating materials of expert opinions, used in justifying the prosecution of persons guilty of pollution of the environment with metals due to proven violations of mandatory sanitary and epidemiological requirements by economic entities that caused harm to public health, in justifying and evaluating the effectiveness of sanitary, hygienic, and preventive measures.

Keywords: public health monitoring, human health, environment, biological specimens, macro- and microelements.

For citation: Larionova TK, Daukaev RA, Zemlyanova MA, Zaitseva NV, Allayarova GR, Zelenkovskaya EE, Fazlieva AS, Larionova AN, Tikhonova IV. Use of biological monitoring to assess health damage from environmental pollution with metals. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):44–53. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-44-53>

Введение. Программа наблюдения за состоянием среды обитания (воды, почвы, атмосферного воздуха, продовольственного сырья и пищевых продуктов) и здоровья населения, реализуемая в государственной системе социально-гигиенического мониторинга (СГМ)¹, включает анализ, оценку и прогноз, а также определение причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания для разработки мер и принятия управленческих решений по устранению или снижению их вредного воздействия [1–3]. Система СГМ имеет значительные перспективы для дальнейшего развития [4–6]. Определение и уточнение причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания в системе СГМ может быть достигнуто в том числе на основе биологического мониторинга металлов [7–11].

Основной целью проведения биологического мониторинга является получение достоверной объективной информации о причинно-следственных связях между данными, характеризующими источники поступления металлов в среду обитания, содержание металлов в биосредах человека и риски развития негативных эффектов у населения, обусловленные их воздействием. При этом методы биомониторинга постоянно совершенствуются, в настоящее время имеющиеся возможности аналитического оборудования позволяют количественно оценивать ультрамикрочисла металлов

в биосредах, в связи с чем имеют все перспективы на включение в общую структуру социально-гигиенического мониторинга.

Цель исследования – разработать алгоритм биомониторинга для повышения объективности оценки вреда здоровью человека в условиях загрязнения окружающей среды металлами.

Материалы и методы. Измерение концентрации металлов в биологических средах человека проведено в аккредитованных на данный вид исследований и лицензированных на осуществление медицинской деятельности учреждениях за период 2000–2020 гг. Всего выполнено более 80 тысяч анализов по определению металлов в объектах окружающей среды различных по степени загрязнения территорий и биологических средах взрослого и детского населения. Использованное аналитическое оборудование внесено в Госреестр Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений и поверено в установленном порядке, используемые химико-аналитические методы аттестованы, реактивы и тест-системы имеют государственный сертификат соответствия. Забор и хранение проб биологического материала (кровь, моча, волосы и др.) для исследования проводили в соответствии с требованиями санитарных норм и правил СанПиН 3.3686–21². Планирование и проведение биомониторинга с участием людей выполнено с обязательным соблюдением этических принципов и обеспечением конфиденциальности

¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 г. № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга».

² СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 626 с.

полученной информации. Причинно-следственные связи устанавливали методом математического моделирования зависимости концентрации металла в биосреде от воздействующей дозы при различных путях поступления в организм.

Результаты. Проведенные многолетние исследования позволили сформировать базу данных содержания металлов в биосредах населения различных территорий, установить причинно-следственные связи элементного дисбаланса с загрязнением среды обитания и обосновать алгоритм биологического мониторинга, схематично представленного на рис. 1.

Основанием для проведения биологического мониторинга могут быть обращения граждан, юридических лиц, результаты риск-ориентированного надзора на производственных субъектах и социально-гигиенического мониторинга за состоянием среды обитания и здоровья населения, разработка региональных, муниципальных программ, направленных на снижение риска негативного внешнесредового воздействия металлов и устранение негативных последствий причинения вреда здоровью населения.

Программа биомониторинга должна включать определение территорий наибольшего потенциально-го риска причинения вреда здоровью приоритетными металлами, зон экспозиции и точек мониторинга, пространственно привязанных к хозяйствующим субъектам, относимых к чрезвычайно высокому и высокому потенциальному риску причинения вреда здоровью населения, численности и групп риска населения, находящегося в зоне экспозиции, обоснование приоритетных металлов природного и техногенного происхождения, сред и путей их воздействия по результатам доказанных причинно-следственных связей, собственно исследование и оценку в динамике фактического содержания приоритетных металлов в биосредах лиц из групп риска [12]. Обязательным условием проведения биомониторинга является информирование о его результатах лиц, принимающих решения на региональном и муниципальном уровне.

Установление повышенного уровня металлов в биосредах может свидетельствовать о наличии опасного для здоровья человека загрязнения объектов среды обитания и требует принятия управленческих решений как способа управления риском и устранения негативных последствий причинения вреда здоровью населения в виде развития заболеваний, ассоциированных с воздействием металлов [13–17]. Управленческие решения должны быть направлены на оптимизацию надзорных мероприятий в отношении хозяйствующих субъектов, которые могут являться источниками этого загрязнения, на обоснование и реализацию системы адресной профилактической и реабилитационной помощи населению, проживающему в зонах недопустимого риска.

Примером внешнесредового воздействия металлов на содержание их в биосредах могут служить результаты определения ванадия в пробах крови детей 3–7 лет, проживающих в зоне влияния производства по переработке ванадийсодержащей

руды [18]. В 85 % проб обнаружен повышенный относительно контроля (условно чистая территория) уровень металла: при средней концентрации ванадия в группе сравнения $0,001 \pm 0,001$ мг/дм³ в основной группе его содержание было в три раза выше. У жителей поселка, в котором расположена золотоизвлекательная фабрика, использующая технологию обогащения руды методом амальгамирования, содержание ртути в крови превышало фоновое в 6 раз [19].

При оценке содержания металлов в биологических средах человека в качестве критериев сравнения могут быть использованы региональные фоновые уровни, отражающие конкретные биогеохимические особенности территорий регионов Российской Федерации [20–23]. Под фоновым содержанием металлов в биологических средах организма человека понимается его среднестатистическое значение у населения определенного возраста и пола, проживающего в конкретных природно-географических (геохимических) условиях и не подвергающегося экспозиции металлов, связанной с деятельностью хозяйствующих субъектов вследствие нарушения обязательных требований санитарного законодательства. Региональные биогеохимические особенности территорий могут оказывать существенное влияние на элементный гомеостаз организма человека. При этом колебания содержания отдельных металлов в образцах биологических сред людей, проживающих в различных геохимических провинциях, могут быть настолько значительны (в ряде случаев более чем на порядок), что их следует относить к различным генеральным совокупностям. Иными словами, недопустимо определять фоновое содержание металлов в биологических средах как среднеарифметическую величину из показателей, полученных у лиц, проживающих в различных геохимических условиях одной и той же административной территории.

Определение фонового содержания металлов в биологических средах организма человека осуществляется в несколько этапов. На первом этапе проводится формирование групп населения для исследования содержания металлов в биосредах (не менее 100 человек каждого возраста). Критериями формирования групп населения являются: санитарно-гигиенические (срок проживания на территории, отсутствие источников внешнесредовой экспозиции металлов), медико-биологические (возраст, пол, состояние здоровья и др.), социально-экономические, санитарно-бытовые.

Вторым этапом является выбор биологических сред, обладающих наибольшей информативностью о фоновом уровне содержания конкретного металла. Выбор биологических сред имеет огромное значение для повышения достоверности оценки риска для населения. Рекомендуемые биологические среды для определения металлов представлены в табл. 1.

Для повышения объективности и достоверности определения фонового уровня содержания металла целесообразно использовать систему биосред, т. е. проводить одновременное определение не менее чем в двух средах (например, в волосах и крови), отражающих ретроспективную и текущую ситуацию.



Рисунок. Алгоритм биомониторинга
Figure. Biomonitoring algorithm

Затем проводится аналитическое определение содержания металлов и расчет региональных фоновых уровней их содержания в биосредах. Статистическая обработка результатов выполняется с учетом характера распределения массива данных. Для этого выполняется исследование нормальности

распределения случайных величин, соответствующих анализируемым элементам, с использованием критерия согласия Пирсона.

Для консолидации всех полученных на территории сведений о фоновом содержании металлов в биосредах людей необходимо создание и ведение

Таблица 1. Рекомендуемые биологические среды для определения металлов [2, 24, 25]
Table 1. Recommended biological specimens for determination of metal concentrations [2, 24, 25]

Биологические среды / Biological specimens	Металлы / Metals
Цельная кровь / Whole blood	Al, Ag, Ba, Cd, Co, Cu, Fe Pb, Mn, Ni, Hg, Zn, Ti, U, V, Cr
Плазма крови / Blood plasma	Al, Fe, Cu, Li, Mo, Pt, Zn
Моча / Urine	Sb, Al, Ba, Be, Cd, Ge, Co, Cu, Cr, Pb, Mn, Ni, Hg, Ti, U, Zn, V, Mn, Mo, Pt, Ag, Bi
Волосы / Hair	Pb, Hg, Sb, Fe, Cd, Cu, Zn, Sr, Au, Ti, Al
Ногти / Nails	Au

единой региональной базы данных по фоновому содержанию металлов в биологических средах организма человека (кровь, волосы, моча и др.).

Исследование и оценка фактического содержания металлов в биологических средах организма человека, подвергающегося внешнесредовой экспозиции металлов, также проводятся в несколько этапов.

На первом этапе выполняется детальный анализ источников поступления металлов в объекты среды обитания с выделением субъектов высоких категорий потенциального риска причинения вреда здоровью; выполняется идентификация опасности и оценка фактической экспозиции металлов в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920–04³, определяются территории, зоны воздействия, численность населения и наиболее чувствительные контингенты в зонах экспозиции, точки биомониторинга. Идентификация опасности и оценка уровня фактической нагрузки (экспозиции) на население селитебной застройки выполняется с использованием индивидуальных или стандартных значений факторов экспозиции для различных возрастных категорий.

Определение фактических уровней экспозиции металлов проводится на основе достоверной аналитической информации об уровне содержания потенциально опасных элементов во всех объектах среды обитания исследуемой территории: атмосферном воздухе, питьевой воде, воде водоемов, почве, пищевом сырье и пищевых продуктах. При этом необходимо учитывать особенности распространения загрязняющих веществ от источников, частоту, продолжительность воздействия, пути (маршруты) воздействия (суммарная агрегированная и кумулятивная экспозиция) [26, 27].

Перечень металлов для исследования не должен ограничиваться только токсичными элементами, поскольку при повышенном экзогенном поступлении в организм токсичных металлов вследствие антагонистических взаимоотношений нарушается баланс эссенциальных элементов, а эссенциальные металлы в повышенных концентрациях в организме могут выступать в роли токсичных [28].

Сочетание природных геохимических особенностей территорий с загрязнением объектов среды обитания металлами вследствие хозяйственной деятельности субъектов надзора при нарушении санитарного законодательства создает зоны комплексного риска развития дисэлементозов у населения [19]. Выделение зон экспозиции осуществляется на основе сопоставления результатов расчета

фактической суммарной экспозиции с безопасными уровнями воздействия и последующего зонирования исследуемой территории (с использованием векторной карты) по величине риска здоровью от различных источников с выделением зон недопустимого, в том числе наибольшего, неканцерогенного риска здоровью, который составляет более 1 НІ, и/или канцерогенного риска – $CR \geq 10^{-4}$.

Численность населения, подвергающегося экспозиции металлов, рассчитывается по информации, содержащей деперсонифицированные сведения: возраст, пол и место постоянного проживания с детализацией до дома на основании выполнения процедуры пространственного анализа. С помощью инструментов пространственного анализа в среде геоинформационной системы (ГИС) данные отображаются на векторной карте (или карте-схеме) территории. Выполняется пространственное пересечение точек проживания населения с распределением уровней канцерогенного и неканцерогенного острого и хронического рисков здоровью, обусловленных идентифицированными факторами риска от всех промышленных источников.

Определение точек биомониторинга выполняется в зонах наибольшего риска здоровью и максимальной плотности населения на основании процедуры пространственного анализа, методов кластерного анализа и ранговой оценки. Наиболее чувствительными субпопуляциями среди экспонированного населения в силу анатомо-физиологических особенностей являются дети, беременные и кормящие женщины, лица пожилого возраста [28–31].

На втором этапе проводится обоснование контингентов (групп) повышенного риска развития заболеваний, ассоциированных с воздействием металлов, и проводится формирование выборок (групп) населения для измерения содержания металлов в биологических средах.

Для получения корректных оценок формируются группы как минимум из двух зон (территорий), характеризующихся различными уровнями экспозиции металлов относительно заданных критериев безопасности (на одной из этих территорий экспозиция должна быть значительно ниже либо отсутствовать), – группа наблюдения и группа сравнения. Репрезентативность выборочной совокупности обеспечивается ее достаточной численностью.

Объем выборочной совокупности рассчитывается исходя из необходимого условия наличия зависимости между сравниваемыми признаками,

³ Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-44-53>
Description of Research Methodology

а именно достоверности коэффициента корреляции с заданным уровнем значимости $\alpha = 0,05$:

$$N \geq 2 + t_{\alpha}^2 (1 / R^2 - 1), \quad (1)$$

где N – объем выборки; R^2 – коэффициент детерминации; t_{α} – квантиль распределения Стьюдента порядка α ; α – уровень значимости. При уровне значимости $\alpha = 0,05$ квантиль распределения Стьюдента стремится к значению 1,96.

Для оценки зависимостей низкой степени выраженности ($R^2 \geq 0,15$) объем выборки должен включать не менее 169 наблюдений.

Далее выполняется аналитическое исследование, оценка содержания металлов в биологических средах, статистическая обработка результатов исследования с учетом характера распределения массива данных.

Критериями оценки уровней содержания металлов являются: их концентрация в биосредах населения, проживающего в условиях отсутствия экспозиции анализируемых металлов (показатели группы сравнения), биологически допустимый уровень (по данным аннотируемых источников информации), референтные пределы (по данным аннотируемых источников информации), региональные фоновые уровни, установленные в специальных исследованиях [23].

На основании сравнительного анализа полученных результатов выделяются металлы в группе наблюдения, уровень которых достоверно выше уровня сравнения ($M_n \pm m_n > (M_k \pm m_k)$ по t -критерию Стьюдента ($t \geq 2$, $p \leq 0,05$) или референтного (регионального фонового) уровня.

Критерием обоснования маркера экспозиции является наличие достоверной устойчивой причинно-следственной связи концентрации металла в наиболее информативной биологической среде с экспозицией этого металла с учетом приоритетной среды воздействия.

Причинно-следственная связь устанавливается методом математического моделирования зависимости концентрации металла в биосреде исследуемых выборок (группа наблюдения и группа сравнения) от воздействующей дозы (или концентрации) при различных путях поступления в организм. Достоверность параметров и адекватность полученных моделей, отражающих данную зависимость, оценивается с использованием статистических критериев (критерий Фишера) при заданном уровне значимости $p \leq 0,05$. При построении математических моделей определяются 95 % доверительные границы. В качестве адекватных выбираются модели, соответствующие статистическому критерию и отвечающие требованию биологического правдоподобия.

При установлении достоверной и адекватной модели, отражающей исследуемую зависимость, повышенная концентрация металла в биосреде принимается в качестве маркера экспозиции металла.

На основании оценки параметров доказанной зависимости концентрация металла в биосреде от воздействующей средней суточной дозы (ADDch) хронической экспозиции или средней годовой концентрации металла в объекте среды обитания

(АС) может быть обоснована ориентировочная безопасная концентрация металла в биосреде, соответствующая референтной (безопасной) концентрации (RfC) для хронического ингаляционного воздействия или референтной (безопасной) дозе (RfD) для хронического перорального поступления.

Разработка математической модели зависимости содержания металла в крови от его концентрации в объектах среды обитания (атмосферный воздух, питьевая вода, почва, пищевые продукты) проведена на основании многолетних исследований биологических сред населения различных регионов в связи с загрязнением среды обитания.

Примеры зависимостей концентрации металлов в биосредах от средней суточной дозы при различных путях поступления в организм представлены в табл. 2.

Обсуждение. В научной литературе достаточно часто поднимаются вопросы биологического мониторинга: обсуждаются проблемы и концепция организации системы в стране, нормирование и методическое обеспечение, достоверность интерпретации полученных результатов [7, 10, 11, 32]. Большинство авторов сходятся во мнении о необходимости внедрения системы биологического мониторинга, разработки научно-обоснованных критериев выбора биомаркеров и установления референтных уровней содержания вредных химических веществ в биологических средах человека, приводят сведения о многочисленных исследованиях зарубежных авторов [4, 6, 32]. Предлагаемый нами алгоритм биологического мониторинга – результат как собственных многолетних исследований, так и анализа литературных данных. Доказательство причинно-следственных связей между содержанием металлов в биосредах и показателями негативных эффектов у экспонированного населения (маркер экспозиции – маркер эффекта) по результатам биомониторинга является существенным условием для повышения надежности и достоверности результатов СГМ.

Заключение. Предлагаемый алгоритм биологического мониторинга, направленный на установление и устранение вредного воздействия на человека факторов среды обитания, позволит развивать систему СГМ в части определения и уточнения приоритетных территорий, зон, точек контроля, актуальных показателей для включения в программы мониторинга.

Результаты биомониторинга металлов могут входить в обосновывающие материалы экспертных заключений, использоваться при обосновании привлечения к ответственности лиц, виновных в загрязнении среды обитания металлами вследствие установленных нарушений обязательных санитарно-эпидемиологических требований хозяйствующими субъектами, повлекших за собой причинение вреда здоровью населения, при обосновании и оценке эффективности санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий.

Работа выполнена в рамках отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 годы «Научное обоснование национальной

Таблица 2. Модели зависимости содержания металла в крови от его концентрации (дозы) в объектах среды обитания (атмосферный воздух, питьевая вода, почва, пищевые продукты) [9, 14, 18]**Table 2. Models of the relationship between metal concentrations in environmental media (ambient air, potable water, soil, and food products) and its blood level [9, 14, 18]**

Территория / Territory	Металл / Metal	Объект среды обитания / Environmental medium	Уравнение зависимости / Dependency equation	Коэффициент детерминации (R ²) / Coefficient of determination (R ²)	Критерий достоверности (p ≤ 0,05) / Statistical significance (p ≤ 0.05)
Дети / Children					
Пермский край п. Юго-Камский [14] / Perm Region, Yugo-Kamsky Village	Mn	Питьевая вода / Potable water	$y = 0,072 + 1328,05x$	0,250	0,0001
	Ni	Питьевая вода / Potable water	$y = 0,073 + 1323,17x$	0,250	0,0001
	Cr	Питьевая вода / Potable water	$y = 0,007 + 234,48x$	0,220	0,0001
Пермский край г. Чусовой [18] / Perm Region, Chusovoy City	V	Воздух / Air	$y = 0,0001 + 4,91x$	0,090	0,0001
	Mn	Воздух / Air	$y = 0,017 + 9,09x$	0,039	0,0001
Республика Бурятия г. Закаменск [9] / Republic of Buryatia, Zakamensk City	Mn	Почва / Soil	$y = 0,008 + 53561,2x$	0,027	0,039
	Pb	Воздух, питьевая вода, пищевые продукты, почва / Air, potable water, food products, soil	$y = 0,019 + 4,56x$	0,035	0,020
	Cr	Почва / Soil	$y = 0,002 + 3699783,9x$	0,036	0,020
Взрослые / Adults					
	Cd	Пищевые продукты / Food products	$y = 0,0002 + 2,06x$	0,036	0,02

системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровью и повышения качества жизни населения России», п. 6.1.9 «Экспериментальное обоснование высокочувствительных маркеров воздействия токсичных металлов на организм и разработка мер профилактики» (Пер. № НИОКТР 121062100057-1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А. Нормативно-правовые и методические аспекты интеграции социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора // Анализ риска здоровью. 2018. № 1. С. 4–12. doi: 10.21668/health.risk/2018.1.01
2. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека. Пособие по региональной экологической политике. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2004. 268 с.
3. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Диконская О.В., Малых О.Л., Ярушин С.В. Управление риском для здоровья населения в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения муниципальных образований (опыт Свердловской области) // Анализ риска здоровью. 2013. № 3. С. 64–74. doi: 10.21668/health.risk/2013.3.08
4. Никонов Б.И., Кузьмин С.В., Малых О.Л. Роль системы социально-гигиенического мониторинга в сохранении и укреплении здоровья населения (на примере Свердловской области) // Гигиена и санитария. 2007. № 3. С. 73–76.
5. Рахманин Ю.А., Ревазова Ю.А. Донозологическая диагностика в проблеме окружающая среда здоровье населения // Гигиена и санитария. 2004. № 6. С. 3–5.
6. Скальный А.В. Оценка и коррекция элементного статуса населения - перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19. № 1. С. 5–13. doi: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-5-13
7. Журба О.М., Ефимова Н.В., Меринов А.В., Алексеенко А.Н. Биомониторинг содержания тяжелых металлов в волосах детского населения на территории Арктической зоны России // Экология человека. 2018. № 5. С. 16–21. doi: 10.33396/1728-0869-2018-5-16-21
8. Рукавишников В.С., Ефимова Н.В., Лисецкая Л.Г., Тараненко Н.А., Абраматец Е.А., Катальская О.Ю. Поиск адекватных биомаркеров для выявления влияния химических факторов на здоровье населения // Казанский медицинский журнал. 2009. Т. 90. № 4. С. 473–476.
9. Клейн С.В., Вековщина С.А., Балашов С.Ю., Камалтдинов М.Р., Атискова Н.Г., Недошитова А.В. и др. Анализ причинно-следственных связей уровней биологических маркеров экспозиции тяжелых металлов с их персонализированной дозой нагрузки в зоне влияния отходов крупного металлургического комбината // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. С. 29–35. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-1-29-35
10. Теплая Г.А., Рыбкин В.С., Стороженко С.Г., Шапошникова О.П. Биологический мониторинг содержания тяжелых металлов в сыворотке крови людей, проживающих в Астрахани // Астраханский медицинский журнал. 2014. Т. 9. № 3. С. 92–97.
11. Ваняева Е.П., Малых О.Л., Ярушин С.В. Биологический мониторинг как этап системы медико-профилактических мероприятий по управлению химическим риском для здоровья населения в Свердловской области // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 6. С. 1–4.
12. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Сбоев А.С. Научно-методические подходы к классификации хозяйствующих субъектов по риску причинения вреда здоровью граждан для задач планирования контрольно-надзорных мероприятий // Анализ риска здоровью. 2014. № 4. С. 4–13. doi: 10.21668/health.risk/2014.4.01
13. Яковлева М.В., Шантырь И.И., Власенко М.А. Накопление токсичных элементов в волосах, как отражение экологической ситуации, и оценка риска здоровья населения Санкт-Петербурга // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2015. № 4. С. 71–76.
14. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Мазунина Д.Л. Особенности изменений биохимических и гематологических пока-

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-44-53>

Description of Research Methodology

зателей у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием марганца // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 2. С. 41–44.

15. Плотникова И.А. Клинические маркеры отклонений в состоянии здоровья детей, обусловленные воздействием свинца // Уральский медицинский журнал. 2009. Т. 61. № 7. С. 67–71.

16. Кашлева Е.А., Игнатьева Л.П., Дорогова В.Б., Потапова М.О. Биологические маркеры – показатели воздействия факторов окружающей среды. // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2011. Т. 107. № 8. С. 65–70.

17. Чеснокова Л.А., Красиков С.И., Борщук Е.Л., Верещин А.И., Шарапова Н.В., Тиньков А.А. Экологически обусловленные особенности элементного статуса жителей региона // Здоровье населения и среда обитания. 2010. Т. 210. № 9. С. 4–8.

18. Землянова М.А., Щербина С.Г., Звездин В.Н., Пустовалова О.В. Оценка биохимического статуса детей, проживающих в условиях комплексного аэрогенного воздействия промышленных выбросов металлургических производств // Медицинский альманах. 2012. № 2. С. 212–215.

19. Ларионова Т.К. Элементный состав некоторых биологических сред человека при хронической ртутной интоксикации // Медицина труда и промышленная экология. 2000. № 8. С. 41–43.

20. Лисецкая Л.Г., Ефимова Н.В. Региональные показатели содержания микроэлементов в волосах детского населения Иркутской области // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 3. С. 266–269. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-3-266-269

21. Леханова Е.Н., Кирилюк Л.И., Буганов А.А., Захарина Т.Н., Бахтина Е.А., Лебедева И.Н. Природно-обусловленный дисбаланс элементов у населения Ямальского региона // Гигиена и санитария. 2008. № 5. С. 22–25.

22. Гребенникова В.В., Бакшеева С.С. Особенности микроэлементного состава волос у детей, проживающих в экологически неравнозначных районах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 2. С. 65–69.

23. Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Березкина Е.С., Демидов В.А., Грабеклис А.Р., Скальная М.Г. Референтные значения содержания химических элементов в волосах взрослых жителей Республики Татарстан // Экология человека, 2016. № 4. С. 38–44. doi: 10.33396/1728-0869-2016-4-38-44

24. Casarett LJ, Doull J. *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. 5th ed. Klaassen CD, Amdur MO, Doull J, eds. McGraw-Hill, Health Professions Division; 1996.

25. Скальный А.В., Быков А.Т., Серебрянский Е.П., Скальная М.Г. Медико-экологическая оценка риска гипермикроэлементозов у населения мегаполиса. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. 134 с.

26. Синавский И.В., Князева Т.Г. Тяжелые металлы в системе «почва-растение-человек» в промышленных городах горнолесной зоны Южного Урала // Агропродовольственная политика России. 2016. Т. 52. № 4. С. 59–62.

27. Ильченко И.Н. Обзор исследований по оценке воздействия ртути на население в постсоветских странах с использованием данных биомониторинга человека // Здоровоохранение Российской Федерации. 2015. Т. 59. № 1. С. 48–53.

28. Wang CT, Chang WT, Zeng WF, Lin CH. Concentrations of calcium, copper, iron, magnesium, potassium, sodium and zinc in adult female hair with different body mass indexes in Taiwan. *Clin Chem Lab Med*. 2005;43(4):389–393. doi: 10.1515/CCLM.2005.070

29. Романюк А.Г., Гузик Е.О., Гресь Н.А., Ивашкевич Л.С., Сокол В.П., Кухта Т.С., Ермоленко Г.Л. Степень нагрузки токсичными микроэлементами (Al, Pb, Cd) организма школьников г. Минска // Здоровье и окружающая среда. 2011. № 19. С. 384–390.

30. Михайлов А.Н., Михайлов С.Н. Оценка накопления алюминия у мальчиков и девочек как показатель воздействия химических факторов производственной среды // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 4 (123). С. 113–115.

31. Шаймарданова Б.Х., Корогод Н.П., Бигалиев А.Б., Асылбекова Г.Е. Особенности накопления тяжелых металлов в волосах у детей // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина. 2010. Т. 8 № 2. С. 107–111.

32. Ильченко И.Н., Ляпунов С.М., Окина О.И., Карамышева Т.В., Карташева А.Н. Использование методологии биомониторинга для оценки экспозиции к химическим загрязнителям // Гигиена и санитария. 2015. № 7. С. 85–89.

REFERENCES

1. Popova AYU, Zaitseva NV, May IV, Kiryanov DA. Regulatory-legal and methodical aspects of social-hygienic monitoring and risk-oriented surveillance model integration. *Health Risk Analysis*. 2018;(1):4-12. doi: 10.21668/health.risk/2018.1.01
2. Revich BA, Avaliani SL, Tikhonova GI. [Fundamentals of Assessment of Human Health Effects of Environmental Pollution.] Moscow: Akropol', Center for Environmental Policy of Russia; 2004. (In Russ.)
3. Gurvich VB, Kuzmin SV, Dikonskaya OV, Malykh OL, Yarushin SV. Health risk management to provide health and epidemiological well-being to the population in municipalities (the experience of the Sverdlovsk Region). *Health Risk Analysis*. 2013;(3):64-74. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2013.3.08.ru
4. Nikonov BI, Kuzmin SV, Malykh OL. A role of the sociohygienic monitoring system in the maintenance and promotion of the population's health (in case of the Sverdlovsk Region). *Gigiena i Sanitariya*. 2007;(3):73-76. (In Russ.)
5. Rakhmanin YuA, Revazova YuA. Prenosological diagnosis in the environment – human health area. *Gigiena i Sanitariya*. 2004;(6):3-5. (In Russ.)
6. Skalny AV. Evaluation and correction of elemental status of the population as a perspective direction of national healthcare and environmental monitoring. *Mikroelementy v Meditsine*. 2018;19(1):5-13. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-5-13
7. Zhurba OM, Efimova NV, Merinov AV, Alekseyenko AN. Biological monitoring of content of heavy metals in hair of children in the Arctic zone of Russia. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2018;(5):16–21. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2018-5-16-21
8. Rukavishnikov VS, Efimova NV, Lisetskaya LG, Taranenko NA, Abramats EA, Katul'skaya OYu. A search for adequate biomarkers for establishing the influence of chemical factors on the health of the population. *Kazanskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2009;90(4):473-476. (In Russ.)
9. Kleyn SV, Vekovshinina SA, Balashov SYu, et al. Analysis of cause-effect relations of the levels of biological markers of exposure to heavy metals with their personalized loading dose in the areas of wastes' influence induced by the operation of the metallurgical plant in the past. *Gigiena i Sanitariya*. 2017;96(1):29-35. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-1-29-35
10. Teplaya GA, Rybkin VS, Storozhenko SG, Shaposhnikova OP. Biological monitoring of heavy metals content in the

- serum of people living in Astrakhan. *Astrakhanskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2014;9(3):92-97. (In Russ.)
11. Vaniaeva EP, Malykh OL, Yarushin SV. Biologic monitoring as a stage in medical and prophylactic measures system managing chemical risks for public health in Sverdlovsk region. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2014;(6):1-4. (In Russ.)
 12. Popova AYu, Zaitseva NV, May IV, Kiryanov DA, Sboev AS. Research and methodology approaches to the classification of economic units by public health harm risk for scheduling control and supervisory events. *Health Risk Analysis*. 2014;(4):4-13. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2014.4.01
 13. Yakovleva MV, Shantyr II, Vlasenko MA. The accumulation of toxic elements in the hair as a reflection of the environmental issues and a health risk measure in the population of St. Petersburg. *Mediko-Biologicheskie i Sotsial'no-Psikhologicheskie Problemy Bezopasnosti v Chrezvychaynykh Situatsiyakh*. 2015;(4):71-76. (In Russ.)
 14. Zaitseva NV, Zemlyanova MA, Mazunina DL. Especially changes of biochemical and hematologic indicators in children drinking potable water with high content of manganese. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2014;(2(251)):41-44. (In Russ.)
 15. Plotnikova IA. Clinical markers of deviations in a state of health of children, caused by lead influence. *Ural'skiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2009;(7(61)):67-71. (In Russ.)
 16. Kashleva EA, Ignateva LP, Dorogova VB, Potapova MO. Biological markers – parameters of influence of factors of the environment. *Sibirskiy Meditsinskiy Zhurnal (Irkutsk)*. 2011;107(8):65-67. (In Russ.)
 17. Chesnokova LA, Krasikov SI, Borshchuk EL, Vereshchagin AI, Sharapova NV, Tinkov AA. Environmentally caused features of element status of inhabitants of the region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2010;(9(210)):4-8. (In Russ.)
 18. Zemlyanova MA, Sherbina SG, Zvezdin VN, Pustovalova OV. The assessment of biochemical status of children who live under the conditions of complex aerogenic action of industrial emissions of metallurgical plants. *Meditsinskiy Al'manakh*. 2012;(2(21)):212-215. (In Russ.)
 19. Larionova TK. [The elemental composition of some biological fluids of people with chronic mercury poisoning.] *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2000;(8):41-43. (In Russ.)
 20. Lisetskaya LG, Efimova NV. Regional indices of trace element levels in hair in children of the population of the Irkutsk region. *Gigiena i Sanitariya*. 2016;95(3):266-269. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-3-266-269
 21. Lekhanova YeN, Kirilyuk LI, Buganov AA, Zakharina TN, Bakhtina YeA, Lebedeva IN. Naturally caused imbalance of elements in the population of the Yamal Region (a review). *Gigiena i Sanitariya*. 2008;(5):22-25. (In Russ.)
 22. Grebennikova VV, Baksheeva SS. Peculiarities of microelement hair structure of children who live in ecologically inequivalent districts. *Vestnik Rossiyskogo Universiteta Druzhby Narodov. Seriya: Ekologiya i Bezopasnost' Zhiznedeysel'nosti*. 2009;(2):65-69. (In Russ.)
 23. Agadzhanyan NA, Skalny AV, Berezkina ES, Demidov VA, Grabeklis AR, Skalnaya MG. Reference values for chemical elements concentration in hair of adults in the Republic of Tatarstan. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2016;(4):38-44. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2016-4-38-44
 24. Casarett LJ, Doull J. *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. 5th ed. Klaassen CD, Amundur MO, Doull J, eds. McGraw-Hill, Health Professions Division; 1996.
 25. Skalnyi AV, Bykov AT, Serebryansky EP, Skalnaya MG. [Health and Environmental Risk Assessment of Trace Element Excess in the Population of a Metropolis.] Orenburg: RIK GOU OGU Publ.; 2003. (In Russ.)
 26. Sinyavskiy IV, Knyazeva TG. [Heavy metals in the system "soil – plant – man" in industrial cities of mountain-forest zone of the Southern Urals.] *Agropradovol'stvennaya Politika Rossii*. 2016;(4(52)):59-62. (In Russ.)
 27. Ilchenko IN. The review of studies concerning evaluation of effect of mercury on population in post-Soviet countries using data of human bio-monitoring. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2015;59(1):48-53. (In Russ.)
 28. Wang CT, Chang WT, Zeng WF, Lin CH. Concentrations of calcium, copper, iron, magnesium, potassium, sodium and zinc in adult female hair with different body mass indexes in Taiwan. *Clin Chem Lab Med*. 2005;43(4):389-393. doi: 10.1515/CCLM.2005.070
 29. Romanyuk AG, Guzik EO, Gres' NA, et al. [Levels of toxic microelements (Al, Pb, Cd) in the organisms of schoolchildren of Minsk.] *Zdorov'e i Okruzhayushchaya Sreda*. 2011;(19):384-390. (In Russ.)
 30. Mikhailov AN, Mikhailov SN. Evaluation of aluminum accumulation of boys and girls as an indicator of exposure of chemical environment factors. *Vestnik Orenburgskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2011;(4(123)):113-115. (In Russ.)
 31. Shaimardanov BK, Korogod NP, Bigaliev AB, Asylbekova GE. Heavy metals accumulation in children hair. *Vestnik Novosibirskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Biologiya, Klinicheskaya Meditsina*. 2010;8(2):107-111. (In Russ.)
 32. Ilchenko IN, Lyapunov SM, Okina OI, Karamysheva TV, Kartasheva AN. Application of biomonitoring methodology for the assessment of exposure to environmental pollutants. *Gigiena i Sanitariya*. 2015;94(7):85-89. (In Russ.)

Сведения об авторах:

✉ **Ларионова** Татьяна Кенсариновна – к.б.н., доцент, ведущий научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: larionovatk@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9754-4685>.

Даукаев Рустем Аскарлович – к.б.н., заведующий химико-аналитическим отделом ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: ufa.lab@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0421-4802>.

Землянова Марина Александровна – д.м.н., профессор, заведующий отделом биохимических и цитогенетических методов диагностики ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: zemt@fcrisk.ru, тел. (342)-236-39-30; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8013-9613>.

Зайцева Нина Владимировна – д.м.н., профессор, академик РАН, научный руководитель ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: znv@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>.

Аллаярова Гузель Римовна – к.б.н., старший научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: ufa.lab@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0838-3598>.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-44-53>
Description of Research Methodology

Зеленковская Евгения Евгеньевна – младший научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: ufa.lab@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7682-2703>.

Фазлыева Анна Сергеевна – младший научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»; e-mail: ufa.lab@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0037-6791>.

Ларионова Анна Николаевна – заведующий отделением ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения города Москвы»; e-mail: annalario21@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9652-4236>.

Тихонова Ирина Викторовна – начальник отдела социально-гигиенического мониторинга Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю; e-mail: tihonova_iv@24.rosпотребнадзор.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4111-8454>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Ларионова Т.К., Землянова М.А., Зайцева Н.В., Даукаев Р.А.*; сбор данных: *Даукаев Р.А., Аллаярова Г.Р., Ларионова А.Н., Тихонова И.В.*; анализ и интерпретация результатов: *Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Землянова М.А.*; обзор литературы: *Аллаярова Г.Р., Зеленковская Е.Е., Фазлыева А.С.*; подготовка рукописи: *Ларионова Т.К., Землянова М.А.* Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: программа исследования одобрена биоэтической комиссией ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (протокол заседания БЭК от 10.03.2022 № 01-03).

Финансирование: исследование не имело внешнего финансирования.

Конфликт интересов: соавтор статьи Зайцева Н.В. является членом редакционной коллегии научно-практического журнала «Здоровье населения и среда обитания», остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 15.12.22 / Принята к публикации: 25.05.23 / Опубликована: 30.06.23

Author information:

✉ Tatiana K. **Larionova**, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Leading Researcher, Department of Analytical Chemistry, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: larionovatk@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9754-4685>.

Rustem A. **Daukaev**, Cand. Sci. (Biol.), Head of the Department of Analytical Chemistry, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: ufa.lab@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0421-4802>.

Marina A. **Zemlyanova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: zem@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8013-9613>.

Nina V. **Zaitseva**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Scientific Director, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: znv@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>.

Guzel R. **Allayarova**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Department of Analytical Chemistry, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: ufa.lab@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0838-3598>.

Evgenya E. **Zelenkovskaya**, Junior Researcher, Department of Analytical Chemistry, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: ufa.lab@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7682-2703>.

Anna S. **Fazlieva**, Junior Researcher, Department of Analytical Chemistry, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; e-mail: ufa.lab@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0037-6791>.

Anna N. **Larionova**, Head of the Department, Scientific and Practical Center for Child Psychoneurology of the Moscow City Department of Health; e-mail: annalario21@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9652-4236>.

Irina V. **Tikhonova**, Head of the Department of Public Health Monitoring, Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Krasnoyarsk Region; e-mail: tihonova_iv@24.rosпотребнадзор.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4111-8454>.

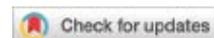
Author contributions: study conception and design: *Larionova T.K., Zemlyanova M.A., Zaitseva N.V., Daukaev R.A.*; data collection: *Daukaev R.A., Allayarova G.R., Larionova A.N., Tikhonova I.V.*; analysis and interpretation of results: *Larionova T.K., Daukaev R.A., Zemlyanova M.A.*; literature review: *Allayarova G.R., Zelenkovskaya E.E., Fazlieva A.S.*; draft manuscript preparation: *Larionova T.K., Zemlyanova M.A.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The research program was approved by the Bioethics Commission of the Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology (protocol No. 01-03 of March 10, 2022).

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

Conflict of interest: The coauthor of the article Nina V. Zaitseva is the Member of the Editorial Board of the journal Public Health and Life Environment the first author declares that there is no conflict of interest.

Received: December 15, 2022 / Accepted: May 25, 2023 / Published: June 30, 2023



Оценка риска для здоровья населения при загрязнении воздуха в условиях проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте

В.В. Кислицына, Д.В. Суржииков, Ю.С. Ликонцева, Р.А. Голиков, Д.В. Пестерева

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

Резюме

Введение. В Кузбассе существует острая необходимость в рекультивации нарушенных земель для уменьшения их неблагоприятного влияния на окружающую среду.

Цель исследования: определить риск для здоровья населения от влияния загрязнения воздушной среды в условиях проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте.

Материалы и методы. Для исследования использован том предельно допустимых выбросов ликвидированной угольной шахты. Оценка распространения и воздействия загрязняющих веществ проведена в 40 расчетных точках, выбранных на основе карты города Прокопьевска Кемеровской области. Рассчитаны максимальные и средние концентрации загрязняющих примесей. Значения канцерогенного риска и рисков неканцерогенных эффектов определены с использованием Руководства Р 2.1.10.1920–04, рисков хронической интоксикации – на основании методики А.П. Щербо и соавт. Проведено сопоставление рассчитанных значений рисков с их приемлемыми уровнями. Рассчитаны значения рисков с учетом влияния фоновых концентраций веществ.

Результаты. В перечень приоритетных загрязняющих веществ вошли неорганическая пыль с содержанием диоксида кремния 20–70 %, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, углерод (сажа), оксид углерода, неорганическая пыль с содержанием диоксида кремния менее 20 %. Превышений расчетных максимальных и средних концентраций загрязняющих примесей, поступающих в воздушную среду города при проведении рекультивационных работ на закрытой угольной шахте, не обнаружено во всех расчетных точках. Индексы опасности при острых воздействиях загрязняющих веществ превышают приемлемый уровень в трех точках, расположенных ближе к источникам. Канцерогенные риски не превышают уровень приемлемого риска во всех точках. Суммарные риски хронической интоксикации превышают приемлемое значение в двух точках в 1,2 и 1,75 раза соответственно. Индексы опасности с учетом фона превышают приемлемый уровень во всех точках воздействия в 1,448–2,603 раза. Канцерогенный риск с учетом фона находится на уровне приемлемого риска. Основными критическими органами и системами, на которые оказывается наибольшее воздействие, являются органы дыхания и кровь. Суммарные риски хронической интоксикации, определенные с учетом влияния фоновых концентраций атмосферных загрязнителей, превышают приемлемый уровень по всем точкам в 3,15–5,40 раза.

Заключение. Рекультивационные работы не оказывают существенного воздействия на воздушную среду и здоровье населения города Прокопьевска. Суммарные риски хронической интоксикации и индексы опасности превышают приемлемый уровень в сельтебных зонах, расположенных в непосредственной близости к площадке рекультивации. Высокие уровни индексов опасности и суммарных рисков хронической интоксикации во всех расчетных точках, рассчитанные с учетом фона, определяются общей неблагоприятной экологической ситуацией в городе с интенсивным развитием угольной промышленности.

Ключевые слова: угольная шахта, ликвидация горных выработок, рекультивационные работы, загрязнение воздуха, фоновые концентрации, риски для здоровья.

Для цитирования: Кислицына В.В., Суржииков Д.В., Ликонцева Ю.С., Голиков Р.А., Пестерева Д.В. Оценка риска для здоровья населения при загрязнении воздуха в условиях проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 54–62. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-54-62>

Assessing Population Health Risks Posed by Air Pollution Related to Coal Mine Reclamation

Vera V. Kislytsyna, Dmitry V. Surzhikov, Julia S. Likontseva, Roman A. Golikov, Dina V. Pestereva

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

Summary

Introduction: There is an urgent need for reclamation of abandoned coal mine lands in Kuzbass to reduce their adverse effects on the environment.

Objective: To assess risks to public health posed by air pollution associated with coal mine liquidation and land reclamation.

Materials and methods: We used data on the volume of maximum permissible emissions of the abandoned coal mine area for 2019 to assess the spread and exposure to pollutants at 40 points selected on the map of the city of Prokopyevsk, Kemerovo Region, and to estimate the maximum and mean concentrations of the contaminants. The values of carcinogenic risk and risks of non-carcinogenic effects were calculated in compliance with the Russian Guidelines R 2.1.10.1920–04, Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals, while risks of chronic toxicity were assessed using methods by Shcherbo et al. The calculated risk values were then compared with their acceptable levels. Risks were also assessed with account for the contribution of background concentrations of chemicals.

Results: The list of priority pollutants included inorganic dust containing 20–70 % SiO₂, nitrogen dioxide, nitrogen oxide, sulfur dioxide, carbon (soot), carbon monoxide, and inorganic dust containing < 20 % SiO₂. The estimated maximum and mean concentrations of airborne pollutants during mine reclamation activities were not exceeded at any exposure point. Hazard indices for acute exposures to pollutants exceeded the acceptable level at three points located closer to the sources. Carcinogenic risks did not exceed the level of acceptable risk at any point. Total risks of chronic toxicity were 1.2 and 1.75 times higher than acceptable at two points. Hazard indices estimated with account for the background

levels of pollutants were 1.448–2.603 times higher than the acceptable level at all exposure points. The carcinogenic risk assessed taking into account the background levels was found to be acceptable. The most affected (target) critical organs and systems were respiratory organs and blood. Total risks of chronic poisoning assessed with account for background concentrations of ambient air pollutants exceeded the acceptable level by 3.15–5.40 times at all points.

Conclusions: Reclamation activities have no significant effect on ambient air quality and health of the population of Prokopyevsk. Total risks of chronic toxicity and hazard indices exceed acceptable levels in residential areas located close to the reclamation site. High hazard indices and total risks of chronic toxicity established at all exposure points taking into account background concentrations of contaminants, are determined by generally poor environmental conditions in the city with the intensively developing coal industry.

Keywords: coal mine, mine liquidation, land reclamation, air pollution, background concentrations, health risks.

For citation: Kislitsyna VV, Surzhikov DV, Likontseva JS, Golikov RA, Pestereva DV. Assessing population health risks posed by air pollution related to coal mine reclamation. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):54–62. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-54-62>

Введение. Кузбасс является крупнейшим угледобывающим регионом России, уникальным по качеству угля и его запасам. Угледобыча играет важную роль в экономике региона и тесно связана с металлургической и энергетической отраслями промышленности, также широко представленными в Кемеровской области [1]. Однако добыча угля сопряжена с рядом проблем, приводящих к экологическому риску и представляющих серьезную опасность для окружающей среды и здоровья населения [2, 3]. Негативное влияние угледобывающих предприятий на экологию региона проявляется в изъятии из землепользования и нарушении земель, загрязнении их отходами добычи и переработки угля. При закрытии нерентабельных шахт происходит изменение их антропогенного воздействия на природную среду с проявлением таких негативных явлений, как интенсификация сдвижения массива горных пород и земной поверхности, образование провалов и просадок [4, 5]. Согласно данным Южно-Сибирского межрегионального управления Росприроднадзора, площадь нарушенных земель в границах Кемеровской области при разработке месторождений полезных ископаемых по состоянию на начало 2021 года составила 108 074 тыс. га¹.

На территории Кузнецкого угольного бассейна существует острая необходимость в рекультивации нарушенных земель и ликвидации негативного воздействия предприятий угледобывающего и углеперерабатывающего комплекса на экологическую ситуацию в регионе [6, 7]. В Кузбассе находятся 82 потенциально опасных объекта – наследия накопленного ущерба окружающей среде после проведенной реструктуризации угольной промышленности [8]. Многие из них сосредоточены на территории Прокопьевско-Киселевского каменноугольного промышленного района [9].

Оценке влияния предприятий угледобычи на экологическую ситуацию в Кузбассе, загрязнения воздушной среды, проблем деградации природных ресурсов региона, влияния атмосферных выбросов угольных шахт на здоровье жителей области посвящено значительное количество научных работ [10–14]. При этом проблеме оценки риска для здоровья населения от воздействия загрязняющих примесей, поступающих в атмосферу при проведении рекультивационных работ на ликвидированных угольных предприятиях, до сих пор не уделялось особого внимания, что определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – определить риск для здоровья населения от влияния загрязнения воздушной среды в условиях проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте.

Материалы и методы. Площадка ликвидации горных выработок шахты имени Ворошилова располагается в городе Прокопьевске Кемеровской области. Город Прокопьевск имеет сложную планировку, исторически сложившуюся по принципу «шахта-поселок», которая проявляется в хаотичном размещении предприятий, чередовании жилых и промышленных застроек с зонами нарушенных земель. Также сложность представляет наличие в пределах городской черты выходов угольных пластов, разработка которых открытым и подземным способами привела к тому, что значительная часть территории города нарушена, заполнена отвалами пород и терриконами, как правило, прошедшими этап самовозгорания, зонами провалов. Карьерные выемки и отвалы вскрышных пород значительны и загрязняют пылью близлежащие земли [4]. Общая площадь нарушенных земель в административных границах Прокопьевска составляет 2482 тыс. га (12,5 % от общей площади земель).

Шахта имени Ворошилова являлась одним из крупнейших предприятий Кузбасса, добывающих высококачественные коксующиеся угли, была закрыта в 2013 году. Шахта находится в центре жилого массива города Прокопьевска и граничит с действующей шахтой имени Дзержинского, законсервированными шахтами «Коксовая», «Красногорская» и ликвидированной шахтой имени Калинина. Численность населения города составляет 190 тыс. человек. Для исследования использовался том предельно допустимых выбросов (том ПДВ) площадки закрытой угольной шахты от 2019 г. Предельно допустимые выбросы предприятия – это нормативы вредных выбросов веществ, которые регламентируют максимально допустимый объем и состав вредных веществ, выбрасываемых данным предприятием в атмосферный воздух. Том ПДВ содержит необходимые для расчетов данные: перечень загрязняющих веществ, объемы выбросов, высоты и диаметры источников выбросов, скорости выхода газовой смеси из устьев источников, температуры отходящих газовой смеси. Источниками загрязнения атмосферного воздуха при проведении рекультивации являются работа бульдозера CATD9R и экскаватора Hitachi ZX1900;

¹ Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2021 году. Кемерово, 2022. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://ecokem.ru/wp-content/uploads/2022/04/doclad_2021.pdf (дата обращения: 10 апреля 2023 г.).

разгрузка вскрыши, плодородного слоя почвы и глины; транспортировка материалов автосамосвалами «БелАЗ-75131» и «БелАЗ-7555».

Расчетные максимальные и средние концентрации загрязняющих примесей, поступающих в атмосферный воздух при проведении рекультивационных работ, определены в 40 точках воздействия концентраций (ТВК), выбранных на основе карты города в селитебных зонах, расположенных в основном ближе к источникам выбросов, и с учетом розы ветров. Преобладающими направлениями ветров являются южное и юго-западное. ТВК располагались на расстоянии 210–13 000 м от источников загрязнения с началом жилой застройки. Расчеты концентраций загрязняющих веществ в ТВК выполнены с использованием программы «ЭКОцентр – Стандарт» с учетом приказа Минприроды России от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»².

Канцерогенный риск и риск развития неканцерогенных эффектов определены согласно Руководству 2.1.10.1920–04³. Верхней границей допустимого канцерогенного индивидуального риска считается 1×10^{-4} . Риск неканцерогенных эффектов оценивался на основе расчетов коэффициентов и индексов опасности для острых и хронических токсических эффектов. Приемлемое значение индекса опасности равняется 1. Риск хронической интоксикации (вероятность получения заболевания хронического характера, обусловленная длительным воздействием химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе) определен методике А.П. Щербо и соавт.⁴ Приемлемое значение суммарного риска хронической интоксикации составляет 0,02. При расчетах период экспозиции принимался за 30 лет для неканцерогенных эффектов, 70 лет – для канцерогенных (при условии сохранения уровня средних концентраций загрязняющих веществ в течение этого времени).

Также в работе были рассчитаны значения уровней рисков с учетом влияния фоновых концентраций загрязняющих примесей. Фоновая концентрация вещества (фон) – характеристика загрязнения атмосферы, которая создается всеми источниками выбросов на территории, исключая источник, для которого рассчитан фон. За фоновую концентрацию принимается статистически достоверная максимальная разовая концентрация примесей, значение которой превышает в 5 % случаев⁵. Фоновые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе представлены в томе ПДВ. Мониторинг качества атмосферного воздуха на территории города Прокопьевска осуществляется на двух стационарных постах Кемеровским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей

среды – филиалом федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», предоставившим значения средних фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Результаты. Суммарные выбросы от источников площадки ликвидации шахты составляют 571,2 т/год (18,6 г/с). Наибольшие объемы выбросов выявлены у неорганической пыли, содержащей диоксид кремния в количестве 20–70 % – 235,0 т/г (14,1 г/с), и диоксида азота – 184,3 т/г (2,1 г/с). Референтные концентрации веществ (RfC) составили: у диоксида азота – 0,04 мг/м³, оксида азота – 0,06 мг/м³, углерода (сажи) – 0,05 мг/м³, диоксида серы – 0,05 мг/м³, оксида углерода – 3 мг/м³, пыли неорганической (SiO₂ < 20 %) – 0,05 мг/м³, пыли неорганической (SiO₂ 20–70 %) – 0,1 мг/м³. Индексы неканцерогенной опасности составили: у неорганической пыли с долей содержания диоксида кремния 20–70 % – 450 824, у диоксида азота – 353 497, у оксида азота – 57 443, у диоксида серы – 21 287, у углерода (сажи) – 14 135, у оксида углерода – 1441, у неорганической пыли с содержанием диоксида кремния менее 20 % – 39. Суммарный индекс неканцерогенной опасности составил 898 666, основной удельный вес имеют неорганическая пыль с содержанием диоксида кремния 20–70 % (50,17 %) и диоксид азота (39,34 %). Расчет канцерогенного риска проводился от воздействия одного вещества – углерода (сажи). Фактор канцерогенного потенциала при ингаляционном воздействии (Sfi) углерода составил 0,0155 (мг/(кг × сут))⁻¹, индекс канцерогенной опасности составил 99.

Рассчитанные максимальные концентрации загрязняющих веществ, попадающих в воздушную среду города от площадки ликвидации шахты, находятся в диапазоне от 0,0004 мг/м³ (ТВК № 39) у неорганической пыли, содержащей диоксид кремния в количестве ниже 20 %, до 0,270 мг/м³ (ТВК № 2) у неорганической пыли с содержанием диоксида кремния 20–70 %. Максимальные концентрации, выраженные в долях ПДК (ПДКм.р.)⁶, у выбранных неканцерогенных веществ варьируются от 0,00001 у неорганической пыли с содержанием диоксида кремния менее 20 % в ТВК № 38–40 до 0,910 у неорганической пыли с долей содержания диоксида кремния 20–70 % в ТВК № 2. Максимальные концентрации сажи находятся в интервале от 0,0001 мг/м³ (ТВК № 39) до 0,015 мг/м³ (ТВК № 2). Во всех расчетных точках не выявлено превышения ПДКм.р. загрязняющих веществ.

Максимальные концентрации, рассчитанные с учетом воздействия фоновых концентраций атмосферных примесей, определены в интервале от 4×10^{-6} мг/м³ у неорганической пыли с содер-

² Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: утверждены приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273

³ Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920–04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ.; 2004

⁴ Щербо А.П., Киселев А.В., Негриенко К.В., Мироненко О.В., Филатов В.Н. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска. СПб.: СПбМАПО, 2002. 376 с

⁵ Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04.186–89. Введен 01.07. 1991

⁶ Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: СанПиН 1.2.3685–21. Введен 01.03.2021.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-54-62>
Original Research Article

жанием диоксида кремния менее 20 % в ТВК № 39 до 4,42 мг/м³ у оксида углерода в ТВК № 2. Расчетные максимальные концентрации сажи с учетом фона находятся в диапазоне от 0,048 мг/м³ в ТВК № 39 до 0,083 мг/м³ в ТВК № 2. Кратности превышения ПДКм.р. неканцерогенных веществ с учетом фона варьируются от 1×10^{-5} у неорганической пыли с содержанием диоксида кремния менее 20 % в ТВК № 38–40 до 0,97 у диоксида азота в ТВК № 2. По всем веществам во всех ТВК не наблюдается превышений ПДКм.р. с учетом фона.

Средние концентрации загрязняющих веществ находятся в диапазоне от 1×10^{-9} мг/м³ (ТВК № 37–40) у неорганической пыли, содержащей диоксид кремния в количестве менее 20 %, до 0,025 мг/м³ у диоксида азота в ТВК № 2. Средние концентрации сажи находятся в диапазоне от 0,00001 мг/м³ (ТВК № 38–40) до 0,002 мг/м³ (ТВК № 2). Кратности превышения ПДКс.с. неканцерогенных веществ варьируются от 5×10^{-9} у неорганической пыли с содержанием диоксида кремния менее 20 % в ТВК № 39–40 до 0,610 у диоксида азота в ТВК № 2.

Таблица 1. Значения индексов опасности по точкам воздействия

Table 1. Values of hazard indices by exposure points

№ ТВК / EP No.	Индекс опасности для острых воздействий / Hazard index for acute exposures	Индекс опасности для хронических воздействий / Hazard index for chronic exposures	Индекс опасности с учетом фона / Hazard index with account for the background
1	4,22	0,628	2,391
2	7,83	0,925	2,603
3	1,47	0,278	2,205
4	0,71	0,344	2,215
5	0,46	0,206	2,161
6	0,32	0,073	2,091
7	0,32	0,073	2,111
8	0,32	0,073	2,091
9	0,14	0,019	2,045
10	0,10	0,013	2,045
11	0,18	0,024	2,047
12	0,21	0,031	2,047
13	0,50	0,132	2,115
14	0,10	0,010	2,045
15	0,10	0,013	2,045
16	0,16	0,036	2,047
17	0,18	0,063	2,074
18	0,22	0,067	2,111
19	0,22	0,065	2,111
20	0,24	0,099	2,113
21	0,38	0,159	2,142
22	0,22	0,063	2,074
23	0,27	0,038	2,049
24	0,18	0,032	1,937
25	0,14	0,031	1,844
26	0,57	0,266	2,198
27	0,40	0,162	2,142
28	0,38	0,071	2,113
29	0,32	0,065	2,091
30	0,14	0,031	2,047
31	0,11	0,016	2,045
32	0,14	0,016	2,045
33	0,22	0,034	2,047
34	0,24	0,036	2,047
35	0,24	0,036	2,047
36	0,10	0,013	2,045
37	0,10	0,007	2,038
38	0,10	0,007	2,035
39	0,07	0,008	1,448
40	0,07	0,010	1,483

Примечание: ТВК – точки воздействия концентраций.

Abbreviation: EP, exposure point.

По всем веществам во всех ТВК не наблюдается превышений ПДКс.с.

Средние концентрации загрязняющих веществ, рассчитанные с учетом фона, находились в пределах от 1×10^{-9} мг/м³ у неорганической пыли, содержащей диоксид кремния в количестве ниже 20 % в ТВК № 37–40, до 2,02 мг/м³ у оксида углерода в ТВК № 2. Средние концентрации сажи с учетом фона варьируются от 0,020 мг/м³ в ТВК № 39 до 0,031 мг/м³ в ТВК № 2. По всем веществам во всех ТВК не наблюдается превышений ПДКс.с. учетом фоновых концентраций.

В табл. 1 представлены результаты расчетов индексов опасности для острых и хронических воздействий загрязняющих веществ, а также индексы опасности, определенные с учетом фоновых воздействий загрязняющих веществ.

Наибольшие индексы опасности для острых воздействий загрязняющих веществ составили 4,22 в ТВК № 1; 7,83 – в ТВК № 2; 1,47 – в ТВК № 3, превышая приемлемый уровень, равный 1. Таким образом, для населения, проживающего в этих районах, вероятно развитие неблагоприятных эффектов при ежедневном поступлении веществ на таком же

Таблица 2. Значения рисков по точкам воздействия

Table 2. Risks values by exposure points, expressed as shares of acceptable risk

№ ТВК / EP No.	Суммарный риск хронической интоксикации / Total risk of chronic toxicity		Канцерогенный риск / Carcinogenic risk	
	без учета фона / without the background	с учетом фона / with account for the background	без учета фона / without the background	с учетом фона / with account for the background
1	0,024	0,100	4×10^{-7}	1×10^{-4}
2	0,035	0,108	9×10^{-7}	1×10^{-4}
3	0,011	0,094	4×10^{-7}	1×10^{-4}
4	0,013	0,094	4×10^{-7}	1×10^{-4}
5	0,008	0,092	2×10^{-7}	1×10^{-4}
6	0,003	0,090	4×10^{-8}	1×10^{-4}
7	0,003	0,090	4×10^{-8}	1×10^{-4}
8	0,003	0,090	4×10^{-8}	1×10^{-4}
9	0,0007	0,088	2×10^{-8}	1×10^{-4}
10	0,0005	0,088	1×10^{-8}	1×10^{-4}
11	0,0009	0,088	2×10^{-8}	1×10^{-4}
12	0,001	0,088	3×10^{-8}	1×10^{-4}
13	0,005	0,091	1×10^{-7}	1×10^{-4}
14	0,0004	0,088	9×10^{-9}	1×10^{-4}
15	0,0005	0,088	9×10^{-9}	1×10^{-4}
16	0,001	0,088	4×10^{-8}	1×10^{-4}
17	0,003	0,089	4×10^{-8}	1×10^{-4}
18	0,003	0,090	4×10^{-8}	1×10^{-4}
19	0,003	0,090	4×10^{-8}	1×10^{-4}
20	0,004	0,090	9×10^{-8}	1×10^{-4}
21	0,006	0,091	1×10^{-7}	1×10^{-4}
22	0,003	0,089	4×10^{-8}	1×10^{-4}
23	0,002	0,088	4×10^{-8}	1×10^{-4}
24	0,001	0,083	2×10^{-8}	1×10^{-4}
25	0,001	0,080	2×10^{-8}	1×10^{-4}
26	0,010	0,093	3×10^{-7}	1×10^{-4}
27	0,006	0,091	1×10^{-7}	1×10^{-4}
28	0,003	0,090	9×10^{-8}	1×10^{-4}
29	0,003	0,090	4×10^{-8}	1×10^{-4}
30	0,001	0,088	2×10^{-8}	1×10^{-4}
31	0,0006	0,088	1×10^{-8}	1×10^{-4}
32	0,0006	0,088	1×10^{-8}	1×10^{-4}
33	0,001	0,088	4×10^{-8}	1×10^{-4}
34	0,001	0,088	4×10^{-8}	1×10^{-4}
35	0,001	0,088	4×10^{-8}	1×10^{-4}
36	0,0005	0,088	1×10^{-8}	1×10^{-4}
37	0,0003	0,088	9×10^{-9}	1×10^{-4}
38	0,0003	0,088	4×10^{-9}	1×10^{-4}
39	0,0003	0,063	4×10^{-9}	1×10^{-4}
40	0,0004	0,065	4×10^{-9}	1×10^{-4}

Примечание: ТВК – точки воздействия концентраций.

Abbreviation: EP, exposure point.

уровне в течение жизни. В остальных точках индексы опасности находились на уровне ниже приемлемого. Индексы опасности, рассчитанные для хронических воздействий загрязняющих веществ, не превышали приемлемый уровень во всех ТВК. Индексы опасности с учетом фона находились в пределах от 2,603 в ТВК № 2 до 1,448 в ТВК № 39, превышая приемлемый уровень во всех точках воздействия.

Основными критическими органами и системами, на которые оказывается наибольшее воздействие загрязняющих веществ как без учета фона, так и с учетом фоновое воздействие, являются органы дыхания и кровь.

Значения суммарных рисков хронической интоксикации, а также значения канцерогенных рисков, выраженные в долях от единицы, представлены в табл. 2.

Риски хронической интоксикации определены в интервале от 1×10^{-6} в ТВК № 36–40 от воздействия неорганической пыли с содержанием диоксида кремния ниже 20 % до 0,024 в ТВК № 2 от воздействия диоксида азота. Значения суммарных рисков хронической интоксикации находятся в диапазоне от 0,0003 в ТВК № 37–39 до 0,035 в ТВК № 2. Суммарные риски хронической интоксикации превышают приемлемое значение (0,02) в ТВК № 1 в 1,2 раза и в ТВК № 2 – в 1,75 раза. В остальных расчетных точках суммарные риски не превышают приемлемый уровень. Основную долю в формировании уровней суммарных рисков хронической интоксикации имеет диоксид азота (удельный вес составляет от 25,9 до 81,7 % по разным ТВК).

Риски хронической интоксикации, рассчитанные с учетом влияния фоновых концентраций атмосферных примесей, находятся в интервале от 1×10^{-9} от воздействия неорганической пыли с содержанием диоксида кремния ниже 20 % до 0,038 – от оксида углерода. Значения суммарных рисков хронической интоксикации, рассчитанные с учетом фона, находятся в диапазоне от 0,063 в ТВК № 39 до 0,108 в ТВК № 2, превышая приемлемый уровень (0,02) во всех точках воздействия в 3,15–5,40 раза. Основной удельный вес в формировании суммарного риска хронической интоксикации с учетом фона имеет оксид углерода, составляя 29,7–6,1 % в разных ТВК.

Рассчитанный канцерогенный риск находился в диапазоне от 9×10^{-7} в ТВК № 2 до 4×10^{-9} в ТВК № 38–40, не превышая уровень приемлемого риска во всех точках. Канцерогенный риск, обусловленный воздействием углерода (сажи), с учетом фона составил 1×10^{-4} во всех точках, что соответствует верхней границей допустимого канцерогенного индивидуального риска.

Обсуждение. Кузбасс, обладающий уникальными природными богатствами и значительным промышленным потенциалом, имеет большое значение для развития экономики страны. Однако высокая степень концентрации производственных объектов на территории области способствует тому, что проживающее здесь население постоянно под-

вергается влиянию высокого уровня загрязнения атмосферы [15, 16].

Стратегия социально-экономического развития Кузбасса до 2035 года, принятая в регионе в 2018 году, ориентирует на обеспечение полноценного и достойного качества жизни кузбассовцев. Одним из основных принципов Стратегии является экологичность и снижение загрязнения окружающей среды на территории Кемеровской области – Кузбасса. Поставлена главная цель: улучшение качества атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах и в наиболее загрязненных городах региона [17]. Для этого в крупных промышленных городах области разработаны комплексные программы по охране атмосферного воздуха. Восстановление огромных площадей нарушенных земель требует создания Фонда рекультивации земель Кузбасса, деятельность которого позволит уменьшить накопленный вред окружающей среде и обеспечит недропользование, совместимое с комфортным проживанием людей на территории региона. Целями создания фонда являются улучшение экологической ситуации в регионе, восстановление первоначальной ценности земли, пополнение земельных ресурсов для дальнейшего использования, в том числе в сельском хозяйстве⁷.

Важным моментом при реализации ликвидационно-рекультивационных мероприятий на угольных промышленных объектах является определение степени неблагоприятного влияния атмосферных выбросов на здоровье проживающего в таких районах населения, для чего возможно применение методологии оценки риска, дающей возможность получить количественную оценку возможного вреда здоровью [18–21]. Методология оценки риска является самым надежным и перспективным способом определения этого влияния. Практическое использование методологии оценки риска имеет значение для определения региональных особенностей формирования загрязнения воздушной среды, выявления приоритетных токсичных веществ, которые вносят наибольший вклад в нарушение состояния здоровья населения, а также для ранжирования районов города по уровням загрязнения и рискам нарушения здоровья населения, определения наиболее неблагоприятных для проживания территорий [22–25].

В настоящем исследовании выявлены основные атмосферные примеси, попадающие в воздушную среду города Прокопьевска при проведении рекультивационных работ на закрытой угольной шахте (неорганическая пыль с содержанием диоксида кремния 20–70 %, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, углерод (сажа), оксид углерода, неорганическая пыль с содержанием диоксида кремния менее 20 %), а также неблагоприятные для проживания населения микрорайоны города, расположенные ближе к площадкам ликвидации горных выработок. Показано, что превышений расчетных максимальных и средних концентраций всех загрязняющих веществ, попадающих в атмо-

⁷ Закон Кемеровской области – Кузбасса «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса на период до 2035 года» от 26 декабря 2018 года № 122-03.

ферный воздух города в ходе проведения работ, не выявлено во всех расчетных точках.

Наибольшие индексы опасности для острых воздействий составили 4,22 в ТВК № 1; 7,82 – в ТВК № 2; 1,47 – в ТВК № 3, превышая приемлемый уровень, равный 1. Канцерогенный риск не превышает уровень приемлемого риска во всех расчетных точках. Следует отметить недоучет канцерогенного риска, рассчитанного только от воздействия углерода (сажи), без учета влияния возможных канцерогенных компонентов выбросов дизельных двигателей бульдозеров и самосвалов, участвующих на постоянной основе в процессе рекультивации. Данные о таких веществах отсутствуют в томе ПДВ. Основными критическими органами и системами, на которые оказывается наибольшее воздействие, являются органы дыхания и кровь. Суммарные риски хронической интоксикации превышают приемлемый уровень в ТВК № 1, 2 в 1,2 и 1,75 раза соответственно.

Индексы опасности с учетом фона превышают приемлемый уровень во всех точках воздействия в 1,448–2,603 раза. Канцерогенный риск с учетом фона находится на уровне приемлемого индивидуального риска. Основными критическими органами и системами, на которые оказывается наибольшее воздействие загрязняющих веществ с учетом фонового воздействия, также являются органы дыхания и кровь. Суммарные риски хронической интоксикации, определенные с учетом влияния фоновых концентраций атмосферных загрязнителей, превышают приемлемый уровень во всех расчетных точках в 3,15–5,40 раза.

Заключение. Таким образом, если рассматривать только вклад деятельности по рекультивации ликвидированных горных выработок, реализуемые программы по восстановлению нарушенных земель не оказывают значительного воздействия на воздушную среду и, как следствие, на здоровье проживающего в таких районах населения. Суммарные риски хронической интоксикации и индексы опасности превышают приемлемый уровень в жилых зонах, расположенных в непосредственной близости к площадке рекультивации. Высокие уровни индексов опасности и суммарных рисков хронической интоксикации во всех расчетных точках, рассчитанные с учетом фонового воздействия загрязняющих веществ, определяются общей неблагоприятной экологической ситуацией в городе с интенсивным развитием угольной промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Фридман Ю.А., Речко Г.Н., Логинова Е.Ю. «Кузбасс» и «уголь» в контексте совершенствования механизмов гармонизации развития // Мир экономики и управления. 2019. Т. 19. № 2. С. 89–98. doi: 10.25205/2542-0429-2019-19-2-89-98
- Копытов А.И., Манаков Ю.А., Куприянов А.Н. Развитие угледобычи и проблемы сохранения экосистем в Кузбассе // Уголь. 2017. № 3. С. 72–77. doi: 10.18796/0041-5790-2017-3-72-77
- Семина И.С., Андроханов В.А. Почвенно-экологическое обследование участков, рекультивированных отходами углеобогащения, на примере Кемеровской области – Кузбасса // Уголь. 2021. № 7. С. 57–62. doi: 10.18796/0041-5790-2021-7-57-62
- Быкадоров А.И., Чернуха А.В., Свирко С.В. Аспекты ликвидации шахт Прокопьевско-Киселевского угольного месторождения // Уголь. 2018. № 2. С. 88–94. doi: 10.18796/0041-5790-2018-2-88-94
- Жидков А.Н., Коженков Л.Л. Рекультивация нарушенных земель // Лесохозяйственная информация. 2019. № 3. С. 134–145. doi: 10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.11
- Харионовский А.А., Данилова М.Ю. Рекультивация нарушенных земель в угольной промышленности // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2017. № 3. С. 72–77.
- Рябов В.А., Мамасев П.С., Егорова Н.Т. Антропогенная нагрузка на природную среду как фактор, формирующий качество жизни населения индустриального Кузбасса // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 2. С. 84–90. doi: 10.24411/1816-1863-2018-12084
- Исроилов Р.М. Проблемы, вызванные закрытием шахт, и перспективы развития угольной промышленности в Кемеровской области // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2015. № 2. С. 54–56.
- Радионова Е.А., Слесаренко Е.В. Оценка экологической безопасности промышленных регионов (на примере Кемеровской области) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2019. Т. 15. № 3. С. 575–592. doi: 10.24891/ni.15.3.575
- Сугак Е.В. Устойчивое развитие и экологическая безопасность регионов Сибири // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 3-1. С. 104–114.
- Молев М.Д., Меркулова М.А. Управление экологической безопасностью региона на стадии ликвидации угольных шахт // Научный вестник МГТУ. 2013. № 7. С. 56–62.
- Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Воздействие эколого-экономических факторов на качество жизни населения техногенного региона // Фундаментальные исследования. 2016. № 11-4. С. 711–716.
- Суржииков Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М. Влияние выбросов предприятий угольной промышленности на здоровье населения // Медицина в Кузбассе. 2017. Т. 16. № 3. С. 27–32.
- Шутько Л.Г., Самородова Л.Л. Влияние угледобывающей промышленности Кузбасса на здоровье населения региона // Уголь. 2021. № 9. С. 46–50. doi: 10.18796/0041-5790-2021-9-46-50
- Шевелева О.Б., Зонина О.В., Слесаренко Е.В. Экологическая безопасность регионов сырьевой ориентации: инвестиционно-инновационный аспект // Уголь. 2022. № 6. С. 67–73. doi: 10.18796/0041-5790-2022-6-67-73
- Михайлов В.Г., Киселева Т.В., Михайлова Я.С. Формирование системы управления эколого-экономической безопасностью угледобывающего региона // Уголь. 2021. № 12. С. 50–56. doi: 10.18796/0041-5790-2021-12-50-56
- Цивилев С.Е. Грамотное развитие угольной отрасли Кузбасса – залог его достойного будущего // Горная промышленность. 2019. № 4. С. 40–43.
- 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
- Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Диконская О.В., Малых О.Л., Ярушин С.В. Методология оценки и управления риском для здоровья населения в системе законодательного регулирования санитарно-эпидемиологического благополучия населения // Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 1. С. 4–8.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-54-62>
Original Research Article

20. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования // Анализ риска здоровью. 2015. № 2. С. 4–11.
21. 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
22. Сергеева М.В., Якушева М.Ю. Оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения на муниципальном уровне // Гигиена и санитария. 2010. Т. 89. № 1. С. 21–23.
23. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Мишина А.Л., Ярушин С.В. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 12. С. 1125–1129. doi: 0016-9900-2017-96-12-1125-1129
24. Мякишева Ю.В., Федосейкина И.В., Михайлюк Н.А., Сказкина О.Я., Алешина Ю.А., Павлов А.Ф. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на формирование риска здоровью населения экологически неблагоприятного района крупного промышленного центра // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 3. С. 44–52. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-3-44-52
25. Ревич Б.А. Планирование городских территорий и здоровье населения: аналитический обзор // Анализ риска здоровью. 2022. № 1. С. 157–169. doi: 10.21668/health.risk/2022.1.17
7. Ryabov VA, Mamasyov PS, Egorova NT. Anthropogenic load on the environment as a factor forming the quality of life of the population of the industrial Kuzbass. *Ekologiya Urbanizirovannykh Territoriy*. 2018;(2):84-90. (In Russ.) doi: 10.24411/1816-1863-2018-12084
8. Isroilov RM. The problems caused by closing of mines and prospects of development of the coal industry in the Kemerovo region. *Nauchnyye Problemy Transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka*. 2015;(2):54-56. (In Russ.)
9. Radionova EA, Slesarenko EV. Evaluation of the environmental security of industrial regions: Evidence from the Kemerovo Oblast. *Natsional'nye Interesy: Prioritety i Bezopasnost'*. 2019;15(3):575-592. (In Russ.) doi: 10.24891/ni.15.3.575
10. Sugak EV. Sustainable development and ecological safety regions of Siberia. *Vestnik Altayskoy Akademii Ekonomiki i Prava*. 2019;(3-1):104-114. (In Russ.)
11. Molev MD, Merkulova MA. Environmental safety management region in the process of liquidation of coal mines. *Nauchnyy Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Gornogo Universiteta*. 2013;(7):56-62. (In Russ.)
12. Kosinsky PD, Bondarev NS, Bondareva GS. Impact of ekologo-ekonomicheskikh faktorov on quality of life of the population of the technogenic region. *Fundamental'nye Issledovaniya*. 2016;(11-4):711-716. (In Russ.)
13. Surzhikov DV, Kisliitsyna VV, Oleshchenko AM. Influence of the emissions of coal industry enterprises on public health. *Medsitsina v Kuzbasse*. 2017;16(3):27-32. (In Russ.)
14. Shut'ko LG, Samorodova LL. [Influence of the coal-mining industry of Kuzbass on the health of the population of the region.] *Ugol'*. 2021;(9):46-50. (In Russ.) doi: 10.18796/0041-5790-2021-9-46-50
15. Sheveleva OB, Zonova OV, Slesarenko EV. Ecological safety of regions with raw material orientation: investment and innovation aspect. *Ugol'*. 2022;(6):67-73. (In Russ.) doi: 10.18796/0041-5790-2022-6-67-73
16. Mikhaylov VG, Kiseleva TV, Mikhaylova YaS. Development of a system to manage the environmental and economic security of a coal mining region. *Ugol'*. 2021;(12):50-56. (In Russ.) doi: 10.18796/0041-5790-2021-12-50-56
17. Tsviliv SE. [Competent development of the coal industry of Kuzbass is the key to its worthy future.] *Gornaya Promyshlennost'*. 2019;(4):40-43. (In Russ.)
18. 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. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2022.3.01
19. Kuz'min SV, Gurvich VB, Dikonskaya OV, Malykh OL, Yarushin SV. Methodology of assessing and evaluating public health risk in legal regulation of sanitary epidemiologic well-being of population. *Medsitsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2016;(1):4-8. (In Russ.)
20. Rakhmanin YA, Novikov SM, Avaliani SL, Sinitsyna OO, Shashina TA. Actual problems of environmental factors risk assessment on human health and ways to improve it. *Health Risk Analysis*. 2015;(2):4-9. (In Russ.)

REFERENCES

1. Fridman YuA, Rechko GN, Loginova EYu. "Kuzbass" and "coal" in the context of perfecting development harmonization mechanisms. *Mir Ekonomiki i Upravleniya*. 2019;19(2):89-98. (In Russ.) doi: 10.25205/2542-0429-2019-19-2-89-98
2. Kopytov AI, Manakov YuA, Kupriyanov AN. Coal mining and issued of ecosystem preservation in Kuzbass. *Ugol'*. 2017;(3):72-77. (In Russ.) doi: 10.18796/0041-5790-2017-3-72-77
3. Semina IS, Androkhyanov VA. Environmental and soil survey of sites reclaimed using coal processing wastes, as exemplified by the Kemerovo region, Kuzbass. *Ugol'*. 2021;(7):57-62. (In Russ.) doi: 10.18796/0041-5790-2021-7-57-62
4. Bykadorov AI, Chernukha AV, Svirko SV. Aspects of liquidation of mines of the Prokopyevsko-Kiselevsky coal deposit. *Ugol'*. 2018;(2):88-94. (In Russ.) doi: 10.18796/0041-5790-2018-2-88-94
5. Zhidkov AN, Kozhenkov LL. Reclamation of disturbed lands. *Lesokhozyaystvennaya Informatsiya*. 2019;(3):134-145. (In Russ.) doi: 10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.11
6. Harionovskij AA, Danilova MYu. Reclamation of disturbed lands in the coal industry. *Vestnik Nauchnogo Tsentra*

Сведения об авторах:

✉ **Кислицына** Вера Викторовна – к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2495-6731>.

Суржиков Дмитрий Вячеславович – д.б.н., доцент, заведующий лабораторией экологии человека и гигиены окружающей среды; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7469-4178>.

Ликонцева Юлия Сергеевна – научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8468-2533>.

Голиков Роман Анатольевич – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3112-2919>.

21. 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
22. Sergeeva MV, Yakusheva MYu. Human health risk assessment of environmental pollution at the municipal level. *Gigena i Sanitariya*. 2010;89(1):21-23. (In Russ.)
23. Popova AYu, Gurvich VB, Kuzmin SV, Mishina AL, Yarushin SV. Modern issues of the health risk assessment and management. *Gigena i Sanitariya*. 2017;96(12):1125-1129. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-12-1125-1129
24. Myakisheva YuV, Fedoseikina IV, Mikhayluk NA, Skazkina OYa, Aleshina YuA, Pavlov AF. Ambient air pollution and population health risks in a contaminated area of a large industrial center. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(3):44-52. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-3-44-52
25. Revich BA. Urban planning and public health: analytical review. *Health Risk Analysis*. 2022;(1):157-161. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2022.1.17

Пестерева Дина Викторовна – старший научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3013-3432>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Кислицына В.В., Суржигов Д.В.*; сбор и обработка данных: *Ликонцева Ю.С., Голиков Р.А.*; анализ и интерпретация результатов: *Кислицына В.В., Суржигов Д.В.*; литературный обзор: *Пестерева Д.В.*; подготовка рукописи: *Кислицына В.В., Суржигов Д.В., Пестерева Д.В.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требовало заключения этического комитета.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 17.04.23 / Принята к публикации: 25.05.23 / Опубликовано: 30.06.23

Author information:

✉ Vera V. **Kislitsyna**, Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher, Laboratory of Human Ecology and Environmental Health; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2495-6731>.

Dmitry V. **Surzhikov**, Dr. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Head of the Laboratory of Human Ecology and Environmental Health; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7469-4178>.

Julia S. **Likontseva**, Researcher, Laboratory of Human Ecology and Environmental Health; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8468-2533>.

Roman A. **Golikov**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Human Ecology and Environmental Health; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3112-2919>.

Dina V. **Pestereva**, Senior Researcher, Laboratory of Human Ecology and Environmental Health; e-mail: ecologia_nie@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3013-3432>.

Author contributions: study conception and design: *Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V.*; data collection and processing: *Likontseva Yu.S., Golikov R.A.*; analysis and interpretation of results: *Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V.*; literature review: *Pestereva D.V.*; draft manuscript preparation: *Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Pestereva D.V.* 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: April 17, 2023 / Accepted: May 25, 2023 / Published: June 30, 2023



Инфекционный мононуклеоз: эпидемиологические последствия диагностических ошибок

А.В. Тутельян^{1,2}, Т.В. Соломай^{1,3}, С.Н. Кузин¹, А.Н. Каира^{3,4}, Т.А. Семеновна^{2,5}

¹ ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора, Новогиреевская ул., д. 3а, г. Москва, 111123, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, д. 8, стр. 1, г. Москва, 119048, Российская Федерация

³ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова» Минобрнауки России, пер. Малый Казённый, д. 5а, г. Москва, 105064, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, г. Москва, 125993, Российская Федерация

⁵ ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, ул. Гамалеи, д. 18, г. Москва, 123098, Российская Федерация

Резюме

Введение. Инфекционный мононуклеоз – заболевание вирусной природы, клиническая картина которого включает в себя наличие лихорадки, тонзиллита, лимфаденопатии, гепато- и спленомегалии. Весомая доля случаев инфекционного мононуклеоза по разным причинам остается нераспознанной. Наличие скрытых источников инфекции не позволяет в полной мере оценить эпидемиологическую обстановку и создает предпосылки к распространению возбудителей, в том числе внутри организованных коллективов детей и взрослых.

Цель исследования: охарактеризовать причины ошибок при постановке диагноза «инфекционный мононуклеоз» и их эпидемиологические последствия на примере медицинских организаций неинфекционного профиля.

Материалы и методы. Исследованы научные публикации, индексируемые в международных (Web of Science, Scopus, PubMed) и в отечественной (РИНЦ) базах данных за 2012–2022 годы. Отбор литературных источников осуществлялся по ключевым словам и словосочетаниям: инфекционный мононуклеоз, диагностика инфекционного мононуклеоза, ошибки при постановке диагноза инфекционный мононуклеоз. В работе использовались 60 источников информации, при отборе которых преимущество отдавалось результатам исследований в России, представленным в журналах, входящих в ядро РИНЦ, а при отборе зарубежных публикаций – журналам, индексируемым в Web of Science и Scopus. Однако ограниченное число исследований, посвященных эпидемиологии ВЭБ-инфекции, как в нашей стране, так и за рубежом, не позволило полностью отобрать работы, входящие исключительно в ядро РИНЦ или Q1-Q2.

Результаты. Основной причиной ошибок при постановке диагноза инфекционный мононуклеоз является многообразие клинических проявлений, обусловленных различными этиологическими агентами, вызвавшими заболевание, возрастом и иммунологическим статусом пациента. К диагностическим ошибкам приводит низкая осведомленность медицинского персонала по вопросам клиники и лабораторной диагностики инфекционного мононуклеоза. Некорректная оценка эпидемиологической ситуации, наличие среди населения не выявленных и не учтенных источников инфекции наряду с многообразием клинических проявлений болезни, может стать причиной заноса возбудителей в медицинские организации неинфекционного профиля. Установлена возможность этиологических агентов инфекционного мононуклеоза использовать практически все известные механизмы передачи, из которых в медицинских организациях реализуются преимущественно аэрозольный и искусственный. Отсутствие профилактических мероприятий, направленных на источник инфекции и восприимчивых лиц определяет меры, направленные на прерывание механизмов передачи, единственным возможным способом борьбы с распространением возбудителей инфекционного мононуклеоза.

Заключение. Выявленные ошибки при постановке диагноза «инфекционный мононуклеоз» могут стать причинами серьезных эпидемиологических последствий, включая внутрибольничное распространение возбудителей.

Ключевые слова: инфекционный мононуклеоз; ошибки диагностики; механизм передачи; инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи; клинические проявления.

Для цитирования: Тутельян А.В., Соломай Т.В., Кузин С.Н., Каира А.Н., Семеновна Т.А. Инфекционный мононуклеоз: эпидемиологические последствия диагностических ошибок // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 63–69. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-63-69>

Infectious Mononucleosis: Epidemiological Consequences of Diagnostic Errors

Alexey V. Tutelyan,^{1,2} Tatyana V. Solomay,^{1,3} Stanislav N. Kuzin,¹ Alla N. Kaira,^{3,4} Tatiana A. Semenenko^{2,5}

¹ Central Research Institute of Epidemiology, 3A Novogireyevskaya Street, Moscow, 111123, Russian Federation

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Bldg 1, 8 Trubetskaya Street, Moscow, 119048, Russian Federation

³ I.I. Mechnikov Scientific Research Institute of Vaccines and Serums, 5A Maly Kazenny Lane, Moscow, 105064, Russian Federation

⁴ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Bldg 1, 2/1 Barrikadnaya Street, Moscow, 125993, Russian Federation

⁵ N.F. Gamaleya National Research Center for Epidemiology and Microbiology, 18 Gamaleya Street, Moscow, 123098, Russian Federation

Summary

Introduction: Infectious mononucleosis is a viral disease, the clinical picture of which includes fever, tonsillitis, lymphadenopathy, hepatomegaly, and splenomegaly. A significant proportion of cases of infectious mononucleosis remains unrecognized for various reasons. The presence of hidden sources of infection prevents adequate evaluation of the epidemic situation and promotes the spread of pathogens, including within organized groups of children and adults.

Objective: To characterize the causes of errors in diagnosing infectious mononucleosis and their epidemiological consequences on the example of non-infectious disease hospitals.

Materials and methods: We reviewed 60 scientific publications indexed in international (Web of Science, Scopus, PubMed) and domestic (RSCI) databases in 2012–2022 and selected using the following keywords and phrases: infectious mononucleosis, diagnosis of infectious mononucleosis, and errors in the diagnosis of infectious mononucleosis. The limited number of studies devoted to epidemiology of Epstein-Barr virus infection, both in Russia and abroad, did not allow us to select only those papers that were included in the RSCI core collection or published in Q1–Q2 journals.

Results: The main cause of errors in diagnosis of infectious mononucleosis is a great variety of clinical manifestations related to various etiological agents, as well as age and immunological status of the patient. Poor awareness of the clinical picture and laboratory diagnostics of infectious mononucleosis among healthcare professionals can be yet another reason. Wrong assessment of the epidemic situation, unidentified and unaccounted-for sources of infection among the population, along with multiple clinical manifestations of the disease, can contribute to introduction and spread of pathogens in non-infectious disease clinics. We have established the possibility of etiological agents of infectious mononucleosis to use almost all known mechanisms of transmission, of which airborne and artificial ones are the most prevalent in hospitals. The absence of preventive measures aimed at the source of infection and susceptible individuals determines actions that can interrupt mechanisms of transmission as the only realistic way of combatting the spread of pathogens of infectious mononucleosis.

Conclusion: Misdiagnosis of infectious mononucleosis can cause serious epidemiological consequences, including the nosocomial spread of pathogens.

Keywords: infectious mononucleosis, diagnostic errors, mechanism of transmission, healthcare-associated infections, clinical manifestations.

For citation: Tutelyan AV, Solomay TV, Kuzin SN, Kaira AN, Semenenko TA. Infectious mononucleosis: Epidemiological consequences of diagnostic errors. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):63–69. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-63-69>

Введение. Инфекционный мононуклеоз (ИМ) – заболевание вирусной природы, клиническая картина которого включает в себя наличие лихорадки, тонзиллита, лимфаденопатии, гепато- и спленомегалии. Основным этиологическим агентом ИМ является вирус Эпштейна – Барр (ВЭБ), на долю которого приходится до 90 % всех случаев заболевания. К иным возбудителям относят цитомегаловирус (ЦМВ) и вирус герпеса человека 6-го типа (ВГЧ6). Вклад каждого из указанных патогенов в структуру случаев ИМ оценивается в 7–16 и 1–3 % соответственно [1–3].

В Российской Федерации случаи ИМ подлежат регистрации и статистическому учету по форме № 2 Росстата «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» (строка 82) без этиологической расшифровки выявленной патологии. Отдельно в указанной статистической форме учитывается «цитомегаловирусная болезнь» и «врожденная цитомегаловирусная инфекция» (строки 101 и 102 соответственно). Регистрация инфекций, вызванных ВЭБ и ВГЧ6, не предусмотрена [4].

Учет случаев ИМ в нашей стране осуществляется с 1990 года. За период наблюдения (1990–2022 гг.) показатели заболеваемости данной нозологической формой выросли в 4,9 раза, а ущерб, причиненный экономике, на протяжении последних семи лет стабильно занимает 6–7-ю позицию в рейтинге инфекционных заболеваний без учета туберкулеза и ВИЧ-инфекции¹. При этом весомая доля случаев ИМ по разным причинам остается нераспознанной [3]. Наличие скрытых источников инфекции не позволяет в полной мере оценить эпидемическую обстановку [5] и создает предпосылки к распространению возбудителей, в том числе внутри организованных коллективов детей и взрослых.

Изложенные обстоятельства требуют проведения анализа причин возникновения диагностических ошибок и их эпидемиологических последствий.

Цель исследования – основываясь на данных научных исследований, охарактеризовать причины ошибок при постановке диагноза «инфекционный мононуклеоз» и их эпидемиологические последствия на примере медицинских организаций неинфекционного профиля.

Материалы и методы. Исследованы научные публикации, индексируемые в международных (Web of Science, Scopus, PubMed) и в отечественной (РИНЦ) базах данных за 2012–2022 годы. Отбор литературных источников осуществлялся по ключевым словам и словосочетаниям: инфекционный мононуклеоз, диагностика ИМ, ошибки при постановке диагноза ИМ. Глубина поиска составляла 11 лет. В работе использовались 60 источников информации, при отборе которых преимущество отдавалось результатам исследований в России, представленным в журналах, входящих в ядро РИНЦ, а при отборе зарубежных публикаций – журналам, индексируемым в Web of Science и Scopus. Однако ограниченное число исследований, посвященных эпидемиологии ВЭБ-инфекции, как в нашей стране, так и за рубежом, не позволило полностью отобрать работы, входящие исключительно в ядро РИНЦ или Q1–Q2.

Результаты. Одной из основных причин диагностических ошибок является многообразие клинических проявлений, наличие наряду с манифестными стертыми и abortивных форм течения болезни. Так, случаи заболевания, протекающие без выраженной лимфаденопатии, гепато- и спленомегалии, могут быть зарегистрированы как ОРВИ, острый или хронический тонзиллит, лихорадка неясной этиологии [6, 7]. Повышение уровней печеночных ферментов в крови указывает на поражение гепатоцитов, и при отсутствии маркеров гепатитов А, В, С, Е может быть расценено как «вирусный гепатит неуточненный» [8, 9]. В перечень симптомов ИМ входит воспалительное поражение слизистой желудка

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 340 с.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-63-69>
Review Article

и двенадцатиперстной кишки, что не исключает возможность отнесения таких пациентов к разряду больных кишечными инфекциями [10].

Характер клинических проявлений зависит от ряда факторов, в числе которых этиологический агент, вызвавший заболевание, возраст и иммунологический статус пациента.

Несмотря на наличие общего симптомокомплекса, клинические проявления инфекционного мононуклеоза, вызванного ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6, имеют некоторые отличия. Так, при заболеваниях, обусловленных ВЭБ, чаще, чем ЦМВ и ВГЧ6, имело место затруднение носового дыхания. Для инфекции, вызванной ВГЧ6, более выраженными симптомами являлись повышение температуры, слабость и снижение аппетита. Частота выявления спленомегалии была выше при ЦМВ-инфекции [11].

Установлена связь тяжести течения инфекционного мононуклеоза с возрастом пациента. Так, у детей в возрасте до двух лет преобладает стертая или бессимптомная течения болезни. Наиболее высокий удельный вес манифестных форм приходится на возраст 3–6 лет [3]. В то же время к этому моменту инфекционный мононуклеоз может быть сопряжен не с первичным инфицированием одним из описанных герпесвирусов, а с реактивацией хронической инфекции. В более старшем возрасте соотношение между первичной инфекцией и реактивацией увеличивается в пользу последней, а клинические симптомы болезни становятся менее выраженными [12]. Описанные особенности могут быть следствием иммунологических изменений, происходящих в разные периоды жизни человека.

Отдельного внимания заслуживает диагностика инфекционного мононуклеоза у лиц с наличием иммунодефицитных состояний [13]. Например, у ВИЧ-инфицированных пациентов имеют место тяжелые фульминантные формы инфекционного мононуклеоза [14]. Медикаментозное угнетение иммунного ответа у реципиентов донорских органов и тканей сопряжено с реактивацией инфекций, вызванных ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6, и развитием тяжелых посттрансплантационных лимфопролиферативных нарушений [15].

Другой распространенной причиной ошибок является низкая осведомленность медицинского персонала по вопросам клиники и лабораторной диагностики инфекционного мононуклеоза. Анкетирование медицинских работников, направленное на выявление знаний об основных клинических и эпидемиологических особенностях ИМ, показало, что только 77,3 % опрошенных имели представление об этиологии данного заболевания. Менее других по указанной проблеме были информированы хирурги и специалисты терапевтического профиля. Наибольшее число правильных ответов было получено от инфекционистов и врачей-неврологов [16].

Наличие широкого спектра специфических маркеров возбудителей инфекционного монону-

клеоза определяет высокую стоимость диагностики для пациента, поскольку данные исследования не входят в перечень страховых услуг. Это приводит к полному или частичному отказу от проведения исследований. В таких случаях диагноз устанавливается на основании общих лабораторных данных и результатов клинического осмотра, что существенно повышает риск диагностических ошибок [17, 18].

Некорректная оценка эпидемической ситуации, наличие среди населения не выявленных и не учтенных источников инфекции наряду с многообразием клинических проявлений болезни может стать причиной заноса возбудителей в медицинские организации неинфекционного профиля. В настоящее время ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6 официально не рассматриваются в качестве этиологических агентов инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП). Действующими в Российской Федерации нормативно-правовыми актами и методическими документами обследование на маркеры указанных вирусов с целью выявления больных первичной и реактивацией хронической инфекции среди медицинского персонала и пациентов, а также доноров крови и ее компонентов, органов, тканей и клеток не предусмотрено. Исключением является идентификация IgM и IgG к ЦМВ у женщин при привычном невынашивании беременности в сроке до 22 недель, а также генетического материала вируса в мазках из цервикального канала или влагалищного отделяемого при подозрении на герпес беременных, воспалительные заболевания влагалища и вульвы, бесплодие, дисменорею^{2,3}.

В то же время в научной литературе приводятся сведения о выявлении серологических маркеров первичной и реактивации хронической ЦМВ-инфекции у 0,7–4,0 % беременных женщин [19, 20]; ВЭБ-инфекции у 4,9–7,8 % лиц с нарушениями ритма сердца, находящихся на стационарном лечении в отделениях кардиологии [21]. В группе пациентов с болезнями кожи и подкожной клетчатки маркеры ВЭБ-инфекции были выявлены у 44,3 %, ЦМВ – 5,2 %, ВГЧ6 – 6,2 % обследованных индивидуумов [22]. Приведенные данные наглядно иллюстрируют наличие инфекционных больных в непрофильных подразделениях медицинских организаций. При этом подтверждением факта внутрибольничного инфицирования является выявление идентичных последовательностей гена *gp350* ВЭБ в двух парах сотрудников стоматологической клиники: врача-стоматолога и его ассистента [23].

Вышеизложенное требует детального подхода к организации мероприятий по предотвращению заражения герпесвирусами в условиях медицинских организаций. Однако отсутствие зарегистрированных вакцин против инфекций, вызванных ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6, не позволяет эффективно воздействовать на третье звено эпидемического процесса – восприимчивый контингент [24]. В сложившихся условиях единственным возможным способом борьбы с рас-

² Приказ Минздрава России от 1 ноября 2012 г. № 572н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи по профилю “Акушерство и гинекология” (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)».

³ Приказ Минздрава России от 12 декабря 2018 г. № 875н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи при заболеваниях (состояниях), для лечения которых применяется трансплантация (пересадка) костного мозга и гемопоэтических стволовых клеток и внесении изменения в порядок оказания медицинской помощи по профилю “хирургия (трансплантация органов и (или) тканей человека)”», утвержденный приказом Минздрава России от 31 октября 2012 г. № 567н».

пространением возбудителей ИМ в медицинских организациях являются меры, направленные на прерывание механизмов передачи описанных вирусов [25].

Литературные данные свидетельствуют о возможности ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6 использовать практически все известные механизмы передачи, из которых в медицинских организациях реализуются преимущественно аэрозольный и искусственный. При этом ведущими факторами служат воздух помещений, биологические жидкости, органы, ткани, клетки, контаминированные ими медицинские изделия и инструменты, лекарственные средства, перевязочный материал [26].

Дезинфекция является универсальным методом профилактики, позволяющим уничтожить микроорганизмы в окружающей среде, предотвращая тем самым их передачу от источников инфекции к восприимчивым индивидуумам [27-30]. Для дезинфекции воздуха в помещениях используются бактерицидные ультрафиолетовые облучатели открытого и закрытого (рециркуляторного) типа [31-34]. Обработка поверхностей осуществляется путем орошения или протирания растворами химических дезинфектантов. Изделия медицинского назначения подлежат последовательной дезинфекции, предстерилизационной очистке и стерилизации [35-37]. Для обеззараживания эпидемиологически опасных медицинских отходов применяются как растворы дезинфектантов, так и специальное оборудование, в котором действующим агентом служат различные физические факторы – ионизирующее излучение, ультразвук, температура, насыщенный водяной пар и др. [38-40].

Перечисленные методы относятся к неспецифическим, поскольку нацелены на уничтожение большинства патогенных микроорганизмов [41-43]. Так, можно предположить, что использование растворов средств химической дезинфекции в концентрации и со временем экспозиции в отношении вирусов гепатита В и С будет эффективно и для уничтожения возбудителей инфекционного мононуклеоза. Однако проведенные исследования показали, что растворы на основе комплекса четвертичных аммониевых соединений и третичных аминов не обеспечивают полного разрушения генетического материала ВЭБ [44].

Отдельную проблему представляет предотвращение передачи ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6 при пересадке донорских органов, тканей, клеток, переливании крови и ее компонентов. Описан случай, когда после трансплантации почки от инфицированного ВЭБ донора у реципиента через пять месяцев в крови были выявлены иммуноглобулины М и G к капсидному антигену вируса при отрицательных IgG к раннему и нуклеарному антигенам [45]. В другой публикации приводятся данные о пересадке печени от серонегативного донора серонегативному реципиенту. При этом в посттрансплантационный период последний получил трансфузию концентрата эритроцитов от инфицированных ВЭБ доноров, что и стало причиной развития у него ИМ [46].

Учитывая высокую превалентность маркеров ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6 среди населения, наиболее распро-

страненными являются случаи пересадки органов, тканей и клеток, когда инфицированы как донор, так и реципиент [47-50]. Так, наиболее серьезным осложнением после аллогенной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток является развитие лимфопролиферативных заболеваний, вызванных ВЭБ, на фоне проведения иммуносупрессивной терапии [51]. Было показано, что после пересадки почки все случаи дисфункции трансплантата были сопряжены с наличием высокой вирусной нагрузки ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6. При этом у одного реципиента могли выявляться одновременно два или три вируса [52].

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что инфицирование ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6 и реактивация вызванной ими хронической инфекции после проведенной трансплантации являются глобальной проблемой современного здравоохранения, поскольку нивелируют усилия врачей по оказанию высокотехнологичной помощи тяжелобольным пациентам. Своевременное выявление таких состояний у реципиентов органов и тканей позволит оперативно скорректировать терапию и снизить вероятность тяжелых последствий.

Алгоритм отбора доноров крови и ее компонентов также не подразумевает обследование на маркеры вирусов герпеса [53-57]. Проведенные исследования показали, что только 1,1 % взрослых условно здоровых лиц не инфицированы ВЭБ, 15,2-16,3 % – ЦМВ и 39,1-48,9 % – ВГЧ6. Это существенно затрудняет заготовку крови и ее компонентов только от серонегативных доноров. В то же время частота выявления маркеров первичной и реактивации хронической инфекции у указанных индивидуумов составляет 6,5-10,9 %; 4,4-8,7 % и 9,8-11,9 % соответственно [58-59]. В сложившейся ситуации обеспечение безопасности донорской крови и ее компонентов возможно только при повсеместном использовании методов лейкофильтрации и патогенредукции [60].

Обсуждение. Широкий спектр проблем, обуславливающих формирование ошибок при постановке диагноза «инфекционный мононуклеоз», определяет трудности учета и регистрации данной инфекционной патологии. Недооценка эпидемической ситуации создает предпосылки заноса возбудителей в непрофильные отделения медицинских организаций с последующим их распространением.

Заключение. Недостаточная настороженность к ВЭБ, ЦМВ и ВГЧ6 как возбудителям инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, а также отсутствие средств специфической профилактики вызываемых ими болезней делает мероприятия, направленные на механизм передачи возбудителя, единственными возможными в системе профилактики внутрибольничного инфекционного мононуклеоза.

При организации указанных мероприятий необходимо учитывать результаты ранее проведенных исследований в части чувствительности вирусов к растворам средств химической дезинфекции, обеспечения лейкофильтрации и патогенредукции компонентов донорской крови.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Wreghitt TG, Teare EL, Sule O, Devi R, Rice P. Cytomegalovirus infection in immunocompetent patients. *Clin Infect Dis*. 2003;37(12):1603–1606. doi: 10.1086/379711
2. Bravender T. Epstein-Barr virus, cytomegalovirus, and infectious mononucleosis. *Adolesc Med State Art Rev*. 2010;21(2):251–264.
3. Tan JW, Hu JR. Fever with atypical lymphocytosis: pearls and pitfalls in Epstein-Barr virus serology. *BMJ Case Rep*. 2023;16(5):e250081. doi: 10.1136/bcr-2022-250081
4. Соломай Т.В., Симонова Е.Г., Семененко Т.А. Научное обоснование создания и перспективы развития системы эпидемиологического надзора за инфекцией, вызванной вирусом Эпштейна-Барр // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2022. Т. 21. № 1. С. 21–31. doi: 10.31631/2073-3046-2022-21-1-21-31
4. Solomay TV, Simonova EG, Semenenko TA. Scientific substantiation of the creation and prospects for the development of an epidemiological surveillance system for infection caused by the Epstein-Barr virus. *Epidemiologiya i Vaksinoprofilaktika*. 2022;21(1):21-31. (In Russ.) doi: 10.31631/2073-3046-2022-21-1-21-31
5. Соломай Т.В., Семененко А.В., Никитина Г.Ю., Шувалов А.Н. Прогнозные сценарии развития эпидемического процесса инфекции, вызванной вирусом Эпштейна-Барр, на этапе отсутствия мер специфической профилактики и при их внедрении // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2023. Т. 13. № 1. С. 60–69. doi: 10.18565/epidem.2023.13.1.60–9
5. Solomay TV, Semenenko AV, Nikitina GYu, Shuvalov AN. Predictive scenarios for the development of the epidemic process of Epstein-Barr virus infection in the absence of specific prevention measures and their implementation. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy*. 2023;13(1):60-69. (In Russ.) doi: 10.18565/epidem.2023.13.1.60-9
6. Ye Z, Chen L, Zhong H, Cao L, Fu P, Xu J. Epidemiology and clinical characteristics of Epstein-Barr virus infection among children in Shanghai, China, 2017–2022. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023;13:1139068. doi: 10.3389/fcimb.2023.1139068
7. Tschopp R, König RS, Rejmer P, Paris DH. Myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome (ME/CFS): A preliminary survey among patients in Switzerland. *Heliyon*. 2023;9(5):e15595. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15595
8. Sato A, Sano F, Takahashi H, Matsumoto N. Relapsing infectious mononucleosis-like symptoms associated with liver insufficiency in a chronic hepatitis B patient with common variable immunodeficiency. *Am J Case Rep*. 2022;23:e934003. doi: 10.12659/AJCR.934003
9. Rodrigues Santos L, Silva Cruz M, Veiga Ferraz R, Ferraz Moreira V, Castro A. Jaundice as a rare manifestation of Epstein-Barr virus primary infection. *Cureus*. 2021;13(6):e15609. doi: 10.7759/cureus.15609
10. Kim JM, Song CW, Song KS, Kim JY. Acute gastritis associated with Epstein-Barr virus infection in a child. *Korean J Pediatr*. 2016;59(Suppl 1):S68-S71. doi: 10.3345/kjp.2016.59.11.S68
11. Ming Y, Cheng S, Chen Z, et al. Infectious mononucleosis in children and differences in biomarker levels and other features between disease caused by Epstein-Barr virus and other pathogens: a single-center retrospective study in China. *PeerJ*. 2023;11:e15071. doi: 10.7717/peerj.15071
12. Gutiérrez-Vélez A, Castro-Rodríguez C, Jové-Blanco A, et al. Acute Epstein-Barr virus infection: Diagnostic challenge in young children, risk factors for hospitalisation and cytomegalovirus co-detection. *Acta Paediatr*. 2023;112(6):1287-1295. doi: 10.1111/apa.16760
13. Казанова А.С., Эбралидзе Л.К., Ведунова С.Л. и др. Герпесвирусные инфекции и гуморальный противовирусный иммунитет у больных с первым приступом эндогенного психоза // Санитарный врач. 2014. № 7. С. 45–53.
13. Kazanova AS, Ebralidze LK, Vedunova SL, et al. Influence of Herpes family viral infections and adaptive humoral antiviral immunity on severity and reduction of psychotic symptoms in patients with first episode of endogenous psychosis. *Sanitarnyy Vrach*. 2014;(7):45-53. (In Russ.)
14. Пузырева Л.В., Сафонов А.Д. Инфекции, вызванные вирусом Эпштейна-Барра, у ВИЧ-инфицированных пациентов // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2016. № 6. С. 108–116.
14. Puzyreva LV, Safonov AD. Infections caused by Epstein-Barr virus in HIV-infected patients. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 2016;(6):108-116. (In Russ.)
15. Yoo SG, Han KD, Lee KH, et al. Epidemiological changes in cytomegalovirus end-organ diseases in a developed country: A nationwide, general-population-based study. *J Microbiol Immunol Infect*. 2022;55(5):812-819. doi: 10.1016/j.jmii.2021.08.004
16. Abidoye O, Raybon-Rojas E, Ogbuagu H. A rare case of Epstein-Barr virus: Infectious mononucleosis complicated by Guillain-Barré syndrome. *Cureus*. 2022;14(1):e21085. doi: 10.7759/cureus.21085
17. Zehr B, Brannock K, Wyma R, Kahwash SB. Differentiating fulminant EBV infection complicated by HLH from lymphoma: report of a case and a brief literature review. *Diagn Pathol*. 2023;18(1):28. doi: 10.1186/s13000-023-01307-x
18. Yusuf H, Kou A, Zelinskas C, et al. Secondary immune thrombocytopenic purpura due to primary Epstein-Barr virus infection. *Cureus*. 2022;14(6):e26112. doi: 10.7759/cureus.26112
19. Mussi-Pinhata MM, Yamamoto AY. Natural history of congenital cytomegalovirus infection in highly seropositive populations. *J Infect Dis*. 2020;221(Suppl 1):S15–S22. doi: 10.1093/infdis/jiz443
20. Leung J, Cannon MJ, Grosse SD, Bialek SR. Laboratory testing and diagnostic coding for cytomegalovirus among privately insured infants in the United States: a retrospective study using administrative claims data. *BMC Pediatr*. 2013;13:90. doi: 10.1186/1471-2431-13-90
21. Kap EJ, Konrad M, Kostev K. Clinical characteristics and sick leave associated with infectious mononucleosis in a real-world setting in Germany. *Int J Clin Pract*. 2021;75(10):e14690. doi: 10.1111/ijcp.14690
22. Miskovic R, Cirkovic A, Miljanovic D, et al. Epstein-Barr virus reactivation as a new predictor of achieving remission or lupus low disease activity state in patients with systemic lupus erythematosus with cutaneous involvement. *Int J Mol Sci*. 2023;24(7):6156. doi: 10.3390/ijms24076156
23. Соломай Т.В., Малахова М.В., Шитиков Е.А., Беспятых Д.А., Веселовский В.А., Семененко Т.А., Смирнова Д.И., Грачева А.В., Файзулов Е.Б. Вирус Эпштейна-Барр: оценка вариабельности генов gp350 и EBNA2 // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. 2022. Т. 40. № 3. С. 32–40. doi: 10.17116/molgen20224003132
23. Solomay TV, Malakhova MV, Shitikov EA, et al. Epstein-Barr virus: evaluation of gp350 and EBNA2 gene variability. *Molekulyarnaya Genetika, Mikrobiologiya i Virusologiya*. 2022;40(3):32-40. (In Russ.) doi: 10.17116/molgen20224003132
24. Larijani A, Kia-Karimi A, Roostaei D. Design of a multi-epitopic vaccine against Epstein-Barr virus via computer-based methods. *Front Immunol*. 2023;14:1115345. doi: 10.3389/fimmu.2023.1115345
25. Жуква Э.В., Мирская М.А., Семененко А.В., Готвянская Т.П., Никитина Г.Ю. Оценка приверженности медицинского персонала мерам инфекционного контроля в условиях пандемии COVID-19 // Санитарный врач. 2023. № 5. С. 275–283. doi: 10.33920/med 08 2305 01

25. Zhukova EV, Mirskaya MA, Semenenko AV, Gotvyanskaya TP, Nikitina GYu. Assessment of medical staff adherence to infection control measures during the COVID-19 pandemic. *Sanitarnyy Vrach*. 2023;(5):275-283. (In Russ.) doi: 10.33920/med-08-2305-01
26. Kollef MH, Torres A, Shorr AF, Martin-Loeches I, Micek ST. Nosocomial infection. *Crit Care Med*. 2021;49(2):169-187. doi: 10.1097/CCM.0000000000004783
27. Орлова О.А., Абрамов Ю.Е., Тутельян А.В. Гармонизация комплекса мероприятий по профилактике инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи родильницам и новорожденным, требованиям ВОЗ // Санитарный врач. 2023. № 4. С. 209–221. doi: 10.33920/med-08-2304-02
27. Orlova OA, Abramov YuE, Tutelyan AV. Harmonization of a set of measures for the prevention of healthcare-associated infections in maternity patients and newborn babies, according to WHO requirements. *Sanitarnyy Vrach*. 2023;(4):209-221. (In Russ.) doi: 10.33920/med-08-2304-02
28. Werkneh AA, Islam MA. Post-treatment disinfection technologies for sustainable removal of antibiotic residues and antimicrobial resistance bacteria from hospital wastewater. *Heliyon*. 2023;9(4):e15360. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15360
29. He W, Chen X, Cheng X, Li Y, Feng B, Wang Y. Exploring the effect of novel six moments on hand hygiene compliance among hospital cleaning staff members: a quasi-experimental study. *Epidemiol Infect*. 2023;151:e73. doi: 10.1017/S0950268823000602
30. Neuberger F, Grgic M, Diefenbacher S, et al. COVID-19 infections in day care centres in Germany: social and organisational determinants of infections in children and staff in the second and third wave of the pandemic. *BMC Public Health*. 2022;22(1):98. doi: 10.1186/s12889-021-12470-5
31. Pereira AR, Braga DFO, Vassal M, Gomes IB, Simões M. Ultraviolet C irradiation: A promising approach for the disinfection of public spaces? *Sci Total Environ*. 2023;879:163007. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163007
32. Ryan CW. Decreased respiratory-related absenteeism among preschool students after installation of upper room germicidal ultraviolet light: Analysis of newly discovered historical data. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(3):2536. doi: 10.3390/ijerph20032536
33. Abkar L, Zimmermann K, Dixit F, Kheyrandish A, Mohseni M. COVID-19 pandemic lesson learned – critical parameters and research needs for UVC inactivation of viral aerosols. *J Hazard Mater Adv*. 2022;8:100183. doi: 10.1016/j.hazadv.2022.100183
34. Lv M, Huang J, Chen H, Zhang TT. An excimer lamp to provide far-ultraviolet C irradiation for dining-table disinfection. *Sci Rep*. 2023;13(1):381. doi: 10.1038/s41598-023-27380-2
35. Stošić N, Popović J, Anđelković Apostolović M, et al. Effects of autoclave sterilization on cyclic fatigue resistance in 5 types of rotary endodontic instruments: An in vitro study. *Med Sci Monit*. 2023;29:e939694. doi: 10.12659/MSM.939694
36. Rowan NJ, Kremer T, McDonnell G. A review of Spaulding's classification system for effective cleaning, disinfection and sterilization of reusable medical devices: Viewed through a modern-day lens that will inform and enable future sustainability. *Sci Total Environ*. 2023;878:162976. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162976
37. Vetterlein MW, Trinh QD, Seisen T. Re: NIHR Global Research Health Unit on Global Surgery. Routine sterile glove and instrument change at the time of abdominal wound closure to prevent surgical site infection (ChEETAH): A pragmatic, cluster-randomised trial in seven low-income and middle-income countries. *Lancet*. 2022;400:1767-76. *Eur Urol*. 2023;83(6):e158. doi: 10.1016/j.eururo.2023.02.014
38. Murphy K. Ensuring effective infection prevention and control in the community. *Nurs Stand*. 2023;38(5):62-67. doi: 10.7748/ns.2023.e12158
39. Song U, Kim J. Recycling of anti-COVID-19 filtering facepiece respirators for use as preliminary water filters. *Int J Environ Res*. 2023;17(3):35. doi: 10.1007/s41742-023-00526-w
40. El-Sayyad GS, Elfadil D, Gaballah MS, et al. Implication of nanotechnology to reduce the environmental risks of waste associated with the COVID-19 pandemic. *RSC Adv*. 2023;13(18):12438-12454. doi: 10.1039/d3ra01052j
41. Sahun M, Privat-Maldonado A, Lin A, et al. Inactivation of SARS-CoV-2 and other enveloped and non-enveloped viruses with non-thermal plasma for hospital disinfection. *ACS Sustain Chem Eng*. 2023;11(13):5206-5215. doi: 10.1021/acssuschemeng.2c07622
42. Li S, Hu J, Aryee AA, Sun Y, Li Z. Three birds, one stone: Disinfecting and turning waste medical masks into valuable carbon dots for sodium hydrosulfite and Fe³⁺ detection enabled by a simple hydrothermal treatment. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. 2023;296:122659. doi: 10.1016/j.saa.2023.122659
43. Wild CEK, Wells H, Coetzee N, et al. End-user acceptability of personal protective equipment disinfection for potential reuse: a survey of health-care workers in Aotearoa New Zealand. *Lancet Planet Health*. 2023;7(2):e118-e127. doi: 10.1016/S2542-5196(22)00333-3
44. Соломай Т.В., Исаева Е.И., Ветрова Е.Н., Чернышова А.И., Семенов Т.А., Пантелеева Л.Г. Оценка эффективности средств химической дезинфекции в отношении вируса Эпштейна-Барр // Дезинфекционное дело. 2021. № 3. С. 40–48 doi: 10.35411/2076-457X-2021-3-40-48
44. Solomai TW, Isaeva EI, Vetrova EN, Chernyshova AI, Semenenko TA, Panteleeva LG Evaluation of the effectiveness of chemical disinfectants against Epstein-Barr virus. *Desinfectionnoe Delo*. 2021;(3):40-48 doi: 10.35411/2076-457X-2021-3-40-48
45. Byrne A, Bush R, Johns F, Upadhyay K. Limited utility of serology and heterophile test in the early diagnosis of Epstein-Barr virus mononucleosis in a child after renal transplantation. *Medicines (Basel)*. 2020;7(4):21. doi: 10.3390/medicines7040021
46. Alfieri C, Tanner J, Carpentier L, et al. Epstein-Barr virus transmission from a blood donor to an organ transplant recipient with recovery of the same virus strain from the recipient's blood and oropharynx. *Blood*. 1996;87(2):812-817.
47. Kofahi RM, Kofahi HM, Sabaheen S, et al. Prevalence of seropositivity of selected herpesviruses in patients with multiple sclerosis in the North of Jordan. *BMC Neurol*. 2020;20(1):397. doi: 10.1186/s12883-020-01977-w
48. Forsell S, Lang N. Post-transplant lymphoproliferative disorders. *Rev Med Suisse*. 2023;19(827):964-968. doi: 10.53738/REVMED.2023.19.827.964
49. Yamada M, Macedo C, Louis K, et al. Distinct association between chronic Epstein-Barr virus infection and T cell compartments from pediatric heart, kidney, and liver transplant recipients. *Am J Transplant*. 2023;S1600-6135(23)00468-9. doi: 10.1016/j.ajt.2023.05.007
50. Zaffiri L, Messinger JE, Bush EJ, et al. Evaluation of host cellular responses to Epstein-Barr virus (EBV) in adult lung transplant patients with EBV-associated diseases. *J Med Virol*. 2023;95(4):e28724. doi: 10.1002/jmv.28724
51. Lindsay J, Yong MK, Greenwood M, et al. Epstein-Barr virus related post-transplant lymphoproliferative disorder prevention strategies in allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Rev Med Virol*. 2020;30(4):e2108. doi: 10.1002/rmv.2108
52. Dzhumabaeva BT, Tikhomirov DS, Biryukova LS, et al. Herpesviruses in patients after renal transplantation. *Terapevticheskiy Arkhiv*. 2021;93(11):1264-1270. (In Russ.) doi: 10.26442/00403660.2021.11.201164
53. Malhotra S, Negi G. Analysis of reasons of blood donor deferral at a tertiary care institute in India and its re-

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-63-69>

Review Article

- flections on community health status. *Asian J Transfus Sci.* 2023;17(1):48-52. doi: 10.4103/ajts.AJTS_69_19
54. Ashipala DO, Joel MH. Factors contributing to the low number of blood donors among employed residents in Oshatumba village, Namibia. *Afr J Prim Health Care Fam Med.* 2023;15(1):e1-e8. doi: 10.4102/phcfm.v15i1.3680
55. Coyne D, Butler D, Meehan A, et al. The changing profile of SARS-CoV-2 serology in Irish blood donors. *Glob Epidemiol.* 2023;5:100108. doi: 10.1016/j.gloepi.2023.100108
56. Zhang N, Gao H, Gao H. Analysis of frequency and molecular genetics of Jk (a-b-) phenotype among blood donors from Jining area. *Zhonghua Yi Xue Yi Chuan Xue Za Zhi.* 2023;40(5):609-613. doi: 10.3760/cma.j.cn511374-20220329-00211
57. Traore L, Tao I, Bisseye C, et al. Molecular diagnostic of cytomegalovirus, Epstein Barr virus and Herpes virus 6 infections among blood donors by multiplex real-time PCR in Ouagadougou, Burkina Faso. *Pan Afr Med J.* 2016;24:298. doi: 10.11604/pamj.2016.24.298.6578
58. Zhang Y, Huang C, Zhang H, et al. Characteristics of immunological events in Epstein-Barr virus infection in children with infectious mononucleosis. *Front Pediatr.* 2023;11:1060053. doi: 10.3389/fped.2023.1060053
59. de Paor M, Boland F, Cai X, et al. Derivation and validation of clinical prediction rules for diagnosis of infectious mononucleosis: a prospective cohort study. *BMJ Open.* 2023;13(2):e068877. doi: 10.1136/bmjopen-2022-068877
60. Gao L, Rong X, He M, et al. Metagenomic analysis of potential pathogens from blood donors in Guangzhou, China. *Transfus Med.* 2020;30(1):61-69. doi: 10.1111/tme.12657

Сведения об авторах:

Тутельян Алексей Викторович – д.м.н., член-корр. РАН, заведующий лабораторией инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора; профессор кафедры эпидемиологии Института профессионального образования ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); e-mail: bio-tav@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2706-6689>.

✉ **Соломай Татьяна Валерьевна** – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора; старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологического анализа и мониторинга инфекционных заболеваний ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова» Минобрнауки России; e-mail: solomay@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7040-7653>.

Кузин Станислав Николаевич – д.м.н., профессор, заведующий лабораторией вирусных гепатитов, ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора; e-mail: drkuzin@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0616-9777>.

Каира Алла Николаевна – д.м.н., заведующая лабораторией эпидемиологического анализа и мониторинга за инфекционными заболеваниями ФГБНУ «Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова» Минобрнауки России; профессор кафедры эпидемиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: allakaira@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9378-6414>.

Семененко Татьяна Анатольевна – д.м.н., профессор, профессор кафедры инфектологии и вирусологии Института профессионального образования ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); руководитель отдела эпидемиологии ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России; e-mail: semenenko@gamaleya.org; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6686-9011>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Тутельян А.В., Соломай Т.В., Семененко Т.А.; сбор данных: Соломай Т.В., Кузин С.Н., Каира А.Н.; анализ и интерпретация результатов: Соломай Т.В., Семененко Т.А.; обзор литературы: Соломай Т.В., Семененко Т.А.; подготовка проекта рукописи: Тутельян А.В., Соломай Т.В. 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 без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 18.05.23 / Принята к публикации: 25.05.23 / Опубликована: 30.06.23

Author information:

Alexey V. **Tutelyan**, Dr. Sci. (Med.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Head of the Laboratory of Healthcare-Associated Infections, Central Research Institute of Epidemiology; Professor, Department of Epidemiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); e-mail: bio-tav@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2706-6689>.

✉ Tatyana V. **Solomay**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Healthcare-Associated Infections, Central Research Institute of Epidemiology; Senior Researcher, Laboratory of Epidemiological Analysis and Monitoring of Infectious Diseases, I.I. Mechnikov Scientific Research Institute of Vaccines and Serums; e-mail: solomay@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7040-7653>.

Stanislav N. **Kuzin**, Dr. Sci. (Med.), Professor; Head of the Laboratory of Viral Hepatitis, Central Research Institute of Epidemiology; e-mail: drkuzin@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0616-9777>.

Alla N. **Kaira**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Epidemiological Analysis and Monitoring of Infectious Diseases, I.I. Mechnikov Scientific Research Institute of Vaccines and Serums; Professor, Department of Epidemiology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; e-mail: allakaira@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9378-6414>.

Tatiana A. **Semenenko**, Dr. Sci. (Med.), Professor; Professor, Department of Infectiology and Virology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Head of the Department of Epidemiology, N.F. Gamaleya National Research Center for Epidemiology and Microbiology; e-mail: semenenko@gamaleya.org; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6686-9011>.

Author contributions: study conception and design: Tutelyan A.V., Solomay T.V., Semenenko T.A.; data collection: Solomay T.V., Kuzin S.N., Kaira A.N.; analysis and interpretation of results: Solomay T.V., Semenenko T.A.; literature review: Solomay T.V., Semenenko T.A.; draft manuscript preparation: Tutelyan A.V., Solomay T.V. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

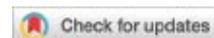
Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

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

Received: May 18, 2023 / Accepted: May 25, 2023 / Published: June 30, 2023

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.98:579.8(470.57)



Современные подходы к снижению риска заражения людей хантавирусами на примере отдельных территорий Республики Башкортостан

А.В. Иванова¹, Ш.В. Магеррамов¹, Н.В. Попов¹, А.А. Зубова¹, С.А. Щербакова¹, В.В. Кутырев¹,
В.В. Саттарова², Л.А. Фарвазова², А.Р. Султанова², А.А. Казак², И.И. Хисамиев^{3,4},
Е.В. Рожкова³, П.А. Мочалкин^{4,5}

¹ ФКУН «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»»,
ул. Университетская, д. 46, г. Саратов, 410005, Российская Федерация

² Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
по Республике Башкортостан, ул. Рихарда Зорге, д. 58, г. Уфа, 450054, Российская Федерация

³ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан»,
ул. Шафиева, д. 7, г. Уфа, 450054, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России,
ул. Ленина, д. 3, г. Уфа, 450008, Российская Федерация

⁵ ГБУЗ «Республиканский центр дезинфекции», ул. Мингажева, д. 127/1, г. Уфа, 450005, Российская Федерация

Резюме

Введение. Современные представления об эпидемиологии геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) трактуют необходимость применения избирательного подхода к организации мероприятий по снижению уровня заболеваемости с позиции разного эпидемиологического риска заражения на конкретной территории.

Цель исследования: разработка дифференцированного подхода к планированию и проведению профилактических мероприятий на очаговых по ГЛПС территориях с различным уровнем эпидемиологического риска заражения с использованием возможностей геоинформационных технологий и апробация методики на модели вспышки в Республике Башкортостан 2022 года.

Материалы и методы. В работе проанализированы данные о 2993 случаях заболевания ГЛПС, зарегистрированных на территории Республики в 2022 году. Основным методом исследования был эпидемиологический. В качестве программного обеспечения использовались аналитическая платформа Deductor Professional и геоинформационная система ArcGIS.

Результаты. Установлено, что наиболее опасными территориями в плане заражения ГЛПС являются территории административных районов: Уфимский, Благовещенский, Иглинский, Туймазинский, Чишминский, г. Октябрьский и г. Уфа. Общая рекомендуемая площадь территорий высокого риска заражения, подлежащих дополнительным дератизационным обработкам, составила 4369 га.

Заключение. По мере выявления локальных участков высокого риска заражения в границах отдельных административных территорий возрастает оперативная возможность повышения эффективности эпидемиологического надзора за этими территориями путем концентрации здесь объемов профилактических мероприятий. Оперативное проведение комплекса неспецифических профилактических мероприятий на территориях с высоким уровнем риска заражения позволяет значительно снизить их потенциальную эпидемиологическую опасность. Подходы к планированию и проведению профилактических мероприятий с применением возможностей современных геоинформационных систем и аналитических программ позволяют одновременно проводить многофакторный анализ: визуализировать и выполнять математическую обработку первичных данных. Такое сочетанное использование пространственной характеристики эпидемиологического процесса и применение статистических методов анализа создает научную основу планирования мероприятий по стабилизации эпидемиологической обстановки.

Ключевые слова: геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, геоинформационные системы, районирование, профилактические мероприятия, эпидемиологический риск.

Для цитирования: Иванова А.В., Магеррамов Ш.В., Попов Н.В., Зубова А.А., Щербакова С.А., Кутырев В.В., Саттарова В.В., Фарвазова Л.А., Султанова А.Р., Казак А.А., Хисамиев И.И., Рожкова Е.В., Мочалкин П.А. Современные подходы к снижению риска заражения людей хантавирусами на примере отдельных территорий Республики Башкортостан // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 6. С. 70–80. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-70-80>

Modern Approaches to Reducing the Epidemiological Risk of Hantavirus Infection in the Population on the Example of Certain Territories of the Republic of Bashkortostan

Aleksandra V. Ivanova,¹ Shamil' V. Magerramov,¹ Nikolay V. Popov,¹ Anastasiya A. Zubova,¹
Svetlana A. Shcherbakova,¹ Vladimir V. Kutyrev,¹ Venera V. Sattarova,² Lira A. Farvazova,²
Al'fiya R. Sultanova,² Anna A. Kazak,² Il'nur I. Khisamiev,^{3,4} Elena V. Rozhkova,³ Pavel A. Mochalkin^{4,5}

¹ Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", 46 Universitetskaya Street, Saratov, 410005, Russian Federation

² Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Republic of Bashkortostan, 58 Richard Sorge Street, Ufa, 450054, Russian Federation

³ Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Bashkortostan, 7 Shafiev Street, Ufa, 450054, Russian Federation

⁴ Bashkir State Medical University, 3 Lenin Street, Ufa, 450008, Russian Federation

⁵ Republican Disinfection Center, 127/1 Mingazhev Street, Ufa, 450005, Russian Federation

Summary

Introduction: Current conceptions of the epidemiology of hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS) interpret the necessity of a selective approach to organizing measures of disease prevention from the standpoint of different epidemiological risks of infection in a particular area.

Objective: To develop a differentiated approach to planning and carrying out preventive measures in HFRS endemic areas with different levels of epidemiological risk of infection using the capabilities of geographic information technologies and to test the methodology on an outbreak model in the Republic of Bashkortostan in 2022.

Materials and methods: We have analyzed data on 2,993 HFRS cases registered in the Republic in 2022. The main research method was epidemiological. The Deductor Studio Professional analytical platform and ArcGIS geographic information system were used as software.

Results: We established that the Ufimsky, Blagoveshchensky, Iglinsky, Tuymazinsky, and Chishminsky administrative district, the cities of Oktyabrsky and Ufa were high risk areas for HFRS. The total recommended area of the territory subject to additional pest control treatments was 4,369 hectares.

Conclusions: Identification of local high risk areas for hantavirus infection within the boundaries of individual administrative territories helps improve the efficiency of the infectious disease surveillance on these territories by means of large-scale targeted preventive measures. Prompt implementation of a complex of non-specific preventive measures in areas with a high risk of infection can significantly reduce their potential epidemic danger. Approaches to planning and taking preventive actions using up-to-date geographic information systems and analytical software allows simultaneous visualization and statistical analysis of primary data. Such a combined use of spatial characteristics of the epidemic process and application of analytical methods creates a scientific basis for planning infection control measures.

Keywords: hemorrhagic fever with renal syndrome, geographic information systems, zoning, preventive measures, epidemiological risk.

For citation: Ivanova AV, Magerramov SV, Popov NV, Zubova AA, Shcherbakova SA, Kutyrev VV, Sattarova VV, Farvazova LA, Sultanova AR, Kazak AA, Khisamiev II, Rozhkova EV, Mochalkin PA. Modern approaches to reducing the epidemiological risk of hantavirus infection in the population on the example of certain territories of the Republic of Bashkortostan. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(6):70–80. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-70-80>

Введение. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС) более 60 лет (начало официальной регистрации болезни в стране – 1957 год) остается наиболее актуальной внутренней угрозой санитарно-эпидемиологическому благополучию населения Российской Федерации, являясь наиболее распространенной природно-очаговой болезнью вирусной этиологии в стране [1, 2]. Высокая социальная и медицинская значимость проблемы ГЛПС в Российской Федерации обусловлена широким распространением этой инфекции (болезнь регистрируется во всех федеральных округах России; в 56 субъектах), высокими показателями заболеваемости (за период с 2012 по 2022 г. – 4,8 на 100 тыс. населения) с преимущественным поражением людей в возрасте от 30 до 59 лет (64 % от общего числа заболевших), сопровождающейся длительным периодом утраты трудоспособности, значительной частотой тяжелых форм течения болезни и отсутствием специфических средств лечения и профилактики [3]. Экономический ущерб от высокой заболеваемости ГЛПС для бюджета страны исчисляется миллиардами рублей ежегодно [4]. Только за последнее десятилетие в России зарегистрировано 78 958 случаев заболевания ГЛПС. Свыше 98 % случаев ГЛПС регистрируется на европейской части страны, тогда как на Сибирский и Дальневосточный регионы приходится порядка 2 % случаев. При этом приведенные цифры заболеваемости по России в целом не отражают в полной мере эпидемическую ситуацию по ГЛПС в отдельных ее регионах. В действительности более 80 % всех регистрируемых случаев приходится на один Приволжский федеральный округ (ПФО), заболеваемость в котором в 3,9 раза выше, чем в среднем по России [5].

Несмотря на то что ГЛПС – это зооноз и заболевший человек не представляет опасности для окружающих и известен природный резервуар и разработан комплекс мероприятий по профи-

лактике болезни в природных очагах, до сих пор не удается решить эту проблему и кардинально снизить заболеваемость ГЛПС [6–11]. Кроме того, наряду со стабильно напряженной эпидемиологической обстановкой по ГЛПС при сочетании влияния определенных факторов в отдельные годы происходят резкие подъемы заболеваемости [12]. Очередной рост заболеваемости ГЛПС в стране, в 3 раза превышающий показатели предыдущего года, отмечен в 2022 году (зарегистрировано 6949 случаев заболевания ГЛПС – 4,74 на 100 тыс. населения), связанный с увеличением числа случаев ГЛПС в 3,2 раза во всех субъектах ПФО. При этом наиболее сложная эпидемиологическая обстановка в округе сложилась в Республике Башкортостан. По итогам года в целом по республике отмечен рост заболеваемости в 4,9 раза по сравнению с показателями 2021 г. Доля заболевших в Башкортостане составила 48 % от всех зарегистрированных случаев в ПФО – 2993 случая заболевания ГЛПС (в том числе 227 случаев среди детей до 17 лет). Сложившаяся эпидемическая ситуация потребовала проведения экстренных противоэпидемических мероприятий, в том числе применения качественно новых, научно обоснованных подходов к планированию мероприятий по стабилизации эпидемиологической обстановки [13].

Поскольку на сегодня основную роль в экстренной профилактике ГЛПС выполняет комплекс неспецифических мероприятий, основная стратегия, направленная на целенаправленное снижение уровня заболеваемости ГЛПС, должна основываться на дифференцированном подходе к организации и проведению дератизационных мероприятий на территориях с высоким потенциалом эпидемической опасности заражения [14]. Последнее позволяет сконцентрировать проведение работ на конкретных ограниченных территориях высокого риска заболевания людей и значительно сократить

темпы распространения вспышки. Современный подход к снижению эпидемиологического риска инфицирования ГЛПС требует дополнительных методологических приемов обработки информации, анализа данных, повышающих точность и наглядность проводимых мероприятий. Одним из таких методов является использование возможностей геоинформационных систем (ГИС) при планировании профилактических работ [15]. Использование ГИС позволяет одновременно проводить многофакторный анализ: визуализировать и выполнять математическую обработку первичных эпидемиологических, эпизоотических и других данных. Такое сочетание использования пространственной характеристики эпидемического процесса и применение статистических методов анализа создает научную основу планирования мероприятий по стабилизации эпидемиологической обстановки [16–19].

Цель исследования: разработка дифференцированного подхода к планированию и проведению профилактических мероприятий на очаговых по геморрагической лихорадке с почечным синдромом территориях с различным уровнем эпидемиологического риска заражения с использованием возможностей геоинформационных технологий и апробация методики на модели вспышки геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Республике Башкортостан 2022 года.

Материалы и методы. Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» для выполнения работы была предоставлена персонализированная информация о 2993 случаях заболевания ГЛПС на территории Республики Башкортостан за период с 1 января по 31 декабря 2022 года, полученная из экстренных извещений об инфекционном заболевании по форме 058/у. Персонализированные данные в контексте настоящего исследования – это данные, которые позволяют идентифицировать каждый случай заболевания, при этом не учитывают информацию о заболевших, попадающую под действие Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных». Для целей настоящего исследования были использованы лишь данные по датам заболевания и предполагаемому месту заражения ГЛПС на территории Республики Башкортостан. Другие данные, относящиеся к персональным, использованы не были. В качестве дополнительных информационных источников при изучении пространственной составляющей эпидемиологического риска использована электронная карта Республики Башкортостан в масштабе 1 : 250 000, полученная с сервера OpenStreetMap.

Основным методом исследования был эпидемиологический с использованием возможностей современных информационных технологий. В качестве программного обеспечения использовались аналитическая платформа Deductor Professional и геоинформационная система ArcGIS.

С целью точного представления о наиболее опасных территориях республики в плане заражения ГЛПС (территориях риска) проанализированы сведения о предполагаемых местах заражения каждого заболевшего ГЛПС в Республике Башкортостан, полученные в ходе сбора эпидемиологического анамнеза и из данных, указанных в сопроводительных документах.

Далее проведено определение географических координат всех точек, соответствующих каждому зарегистрированному случаю заболевания (геокодирование), на основании места предполагаемого заражения. При условии предполагаемого заражения по месту жительства определение географических координат проводилось на основании фактического адреса проживания, указанного в учетных документах.

Путем геокодирования все случаи заболевания ГЛПС были разнесены по карте Республики Башкортостан с точной пространственной привязкой по месту заражения. Методом вычисления величины плотности на единицу площади точечных объектов (ArcGIS10.5 в составе лицензии Spatial Analyst) с использованием кернфункции для построения поверхности из сглаженных конусов для каждой точки были сгенерированы карты плотности мест заражения. Размер ячейки определяется как более короткий размер экстенды выходных объектов в выходной пространственной привязке, деленный на 2500 (0,002). Радиус поиска, в пределах которого вычислена плотность, выбран исходя из размерности линейных единиц проекции пространственной привязки выходных данных (0,01).

По результатам экспертной оценки специалистом визуализированной территории риска установлены территории, нуждающиеся в первоочередном проведении профилактических мероприятий, вплотную прилегающие (или на удалении не более 500 метров) от идентифицированной плотности точек скопления мест предполагаемого заражения ГЛПС: лесной массив, лесополоса, береговая линия и другое. При работе в ArcCatalog созданы новые классы объектов-маршрутов: полигоны, подлежащие дератизационной обработке, размеры которых установлены согласно СанПин 3.3686–21¹ «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» (барьерная полоса – 200 м). С использованием инструмента Calculate Geometry вычислены конкретные площади полигонов, подлежащие обработкам в гектарах. Полученные результаты были представлены в виде графического анализа и положены в основу планирования профилактических мероприятий.

Результаты. В 2022 году в Республике Башкортостан зарегистрировано 2993 случая заболевания ГЛПС, показатель заболеваемости составил 74,9 на 100 тыс. населения, что выше показателя 2021 года (610 случаев, показатель – 15,2 на 100 тыс. населения) в 4,9 раза и выше среднеемноголетнего уровня в 2,5 раза (29,3 на 100 тыс. населения). Среди детей до 17 лет зарегистрировано 227 случаев, 25,1 на

¹ СанПин 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 626 с.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-70-80>
Original Research Article

100 тыс. населения (доля – 7,5 %). Заболеваемость зарегистрирована в 50 административных районах, 7 городах (по месту регистрации заболевших), из них в 12 районах и городах отмечено превышение среднереспубликанских показателей заболеваемости (наибольшие показатели заболеваемости на 100 тыс. населения отмечены в Благовещенском районе – 643,3, Туймазинском – 175,4, Уфимском – 166,2, Мишкинском – 146,2, Татышлинском – 123,7). При этом, как и в предыдущие годы, большинство случаев заболевания (51,1 %) зарегистрировано среди населения г. Уфы. Рост заболеваемости ГЛПС начался с мая, когда было зарегистрировано 86 случаев ГЛПС (2,4 на 100 тыс. населения), а пик заболеваемости отмечен в декабре (652 случая ГЛПС – 16,2 на 100 тыс. населения), что соответствует среднемесячной сезонности заболеваемости ГЛПС в республике [20, 21]. Динамика заболеваемости ГЛПС в Республике Башкортостан в 2022 г. представлена на рис. 1.

При анализе структуры заболеваемости отмечено, что основная доля заболевших зарегистрирована среди лиц в возрасте от 30 до 60 лет (52 % от общего количества заболевших), при этом на долю заболевших мужчин приходилось 69,7 %. Среди детей до 17 лет зарегистрировано 227 случаев (7,5 %). По условиям заражения в 59,6 % установлено, что заражение произошло в бытовых условиях, 24 % – при случайном посещении лесного массива, в коллективных садах, огородах – 7,8 %; на прочие типы заражения приходилось 8,6 %.

С целью пространственного анализа заболеваемости ГЛПС проведено ранжирование территории Республики Башкортостан по уровню заболеваемости ГЛПС в расчете на 100 тыс. населения, зарегистрированной в 2022 г. Отмечено, что в 15 административных единицах республики показатель заболеваемости превышал уровень 50 на 100 тыс. населения; в 21 административных единицах – от 20 до 50 на 100 тыс. населения. В 5 районах республики заболеваемость ГЛПС не регистрировалась.

В соответствии с правилами общепринятого учета инфекционных заболеваний (СанПин 3.3686–21 п. 24, 26 «Выявление, учет и регистрация больных инфекционными болезнями...») регистрация проводится по месту выявления больного независимо от

места заражения, однако такой подход к районированию не является информативным и объективно не отображает территорию риска заражения ГЛПС. Современные представления о заболеваемости ГЛПС показывают, что необходимо осуществлять геопривязку каждого случая заболевания человека по месту его предполагаемого инфицирования, а также мест обнаружения и результатов лабораторных исследований грызунов, отловленных в ходе эпизоотологического обследования. Только при комплексной оценке имеющихся данных можно достоверно определить территорию риска и адаптировать противоэпидемические мероприятия к конкретной территории [16].

Для определения наиболее опасных в плане заражения ГЛПС территорий Республики Башкортостан проведено ландшафтно-эпидемиологическое районирование территории республики в соответствии с анализом данных о местах предполагаемого заражения каждого заболевшего ГЛПС в 2022 г. При визуализации с использованием ГИС наглядно демонстрируется неравномерность распределения мест заражения по территории (рис. 2).

Для пространственного анализа и повышения информативности визуализации построена карта плотности мест заражения ГЛПС (рис. 3). Места с наибольшим скоплением фактов заражения отображаются как наиболее яркие участки и характеризуют данную территорию как участок высокой вероятности заражения населения ГЛПС [22, 23].

При этом на карте визуализированы территории, не отнесенные при районировании к территориям, где наблюдалось ухудшение эпидемиологической обстановки по ГЛПС в сравнении со среднемесячными значениями, однако именно с этими территориями заболевшие в основном связывали свое заражение.

При анализе полученной информации по предполагаемым местам инфицирования населения Республики Башкортостан в разрезе административных территорий установлено, что свое заражение ГЛПС в 2022 г. заболевшие связывают с пребыванием на территориях 49 районов республики и 11 крупных городов. При этом количество случаев заражения в разных административных единицах республики значительно варьировало.

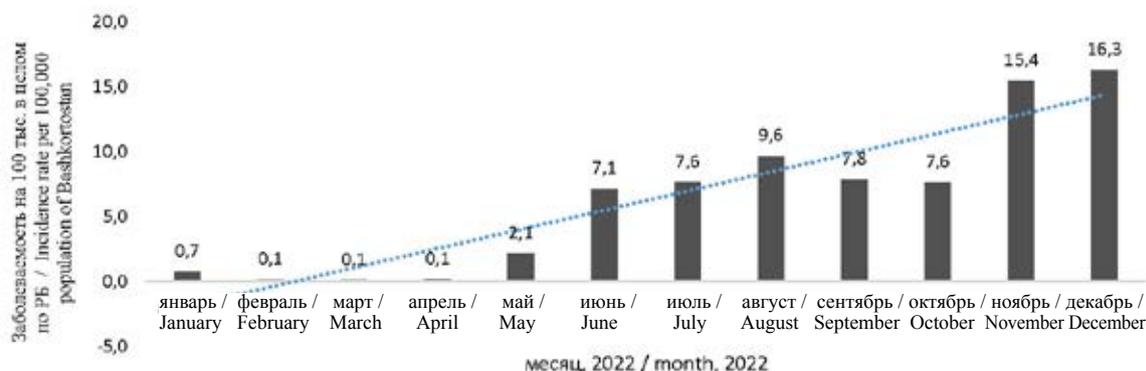


Рис. 1. Динамика заболеваемости ГЛПС в Республике Башкортостан в 2022 г. (на 100 тыс. населения)

Fig. 1. Monthly incidence rates of hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS) in the Republic of Bashkortostan in 2022 (per 100,000 population)



Рис. 2. Административная карта Республики Башкортостан с указанием мест предполагаемых заражений ГЛПС в 2022 г. (точками обозначены предполагаемые места заражений каждого заболевшего ГЛПС на территории республики)

Fig. 2. The administrative map of the Republic of Bashkortostan showing places of alleged HFRS infections in 2022 (dots indicate the supposed places of getting infected for each HFRS patient registered in the republic)

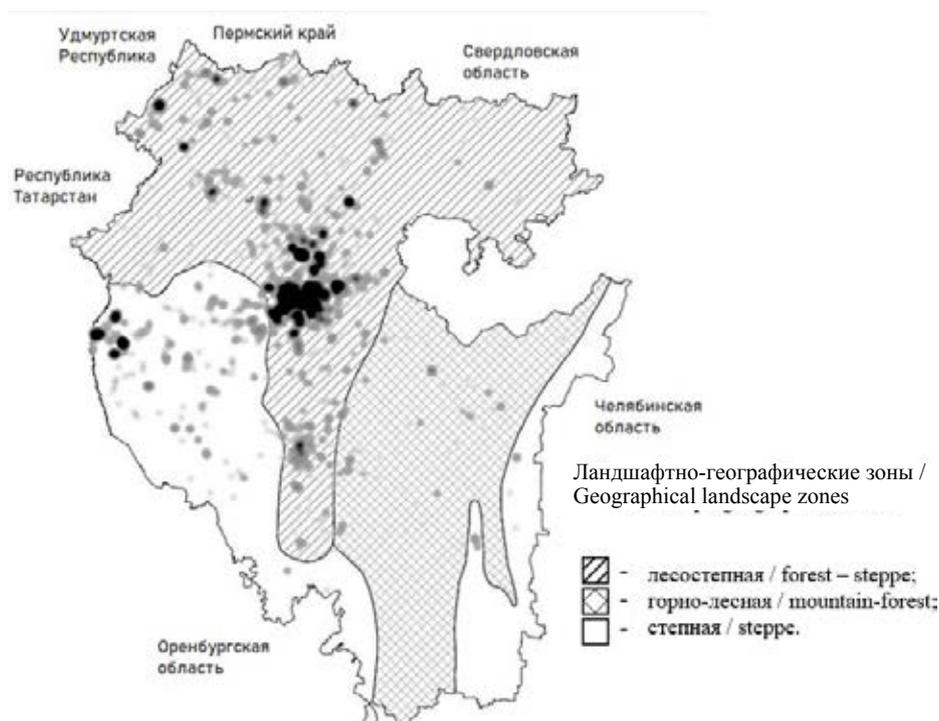


Рис. 3. Карта плотности мест заражения ГЛПС в Республике Башкортостан в 2022 г.
Fig. 3. The map showing density of HFRS infection sites in the Republic of Bashkortostan in 2022

Так, к территориям, на которых произошли единичные (от 1 до 20) случаи заражения, отнесены 30 районов республики и 6 городов (13,7 % от всех случаев заражения); от 20 до 50 случаев заражения произошли в 14 районах и 2 городах республики (21,5 %), и свыше 50 случаев заражения на одной территориальной единице отмечено в 5 районах и 2 городах республики (64,8 %). Таким образом, наиболее опасными территориями в плане заражения ГЛПС являются территории административных районов: Уфимский, Благовещенский, Иглинский, Туймазинский, Чишминский, г. Октябрьский и г. Уфа, географически приуроченных к ландшафтной зоне лесостепи.

Следует обратить внимание, что из 1358 случаев заболевания ГЛПС среди жителей г. Уфы в 49,9 % случаев заражение происходило непосредственно в г. Уфе, где имеется большое количество зеленых насаждений, оформленных под огромные лесопарковые зоны, предназначенные для использования населением в качестве мест отдыха.

Таким образом, в результате проведенной работы удалось установить конкретные территории республики, в первую очередь нуждающиеся в проведении профилактических работ по снижению численности грызунов, и рассчитать площади, подлежащие дератизационным обработкам. Общая рекомендуемая площадь территорий высокого риска заражения ГЛПС, подлежащих дополнительным дератизационным обработкам, составила 4369 га. Полученные результаты представлены в виде графического анализа и послужили основой для разработки комплекса профилактических

мероприятий, направленного на снижение рисков заражения ГЛПС. Пример визуализации территории, подлежащей дератизационным обработкам, показан на рис. 4, 5.

В связи со сложной эпидемиологической обстановкой, сложившейся на территории Республики Башкортостан в осенний период 2022 года, с целью экстренного снижения заболеваемости и недопущения осложнения эпидемиологической обстановки в зимне-весенний период 2023 года рекомендовано проведение экстренной зимней дератизации на установленной территории высокого риска заражения по предложенным схемам. Организацию и проведение работ по зимней дератизации рекомендовано осуществлять согласно методическим рекомендациям «Дератизационные мероприятия в зимний период в очагах ГЛПС».

Обсуждение. Исходя из разнообразия ландшафтно-географических зон территории Башкортостана, активность природных очагов ГЛПС в значительной мере разнится в зависимости от ландшафта. Территория республики делится на 3 резко отличающиеся друг от друга ландшафтно-географические зоны – лесостепную, степную и горнолесную [24]. Наиболее активные природные очаги ГЛПС Башкортостана расположены в границах ландшафтно-географической зоны лесостепи, а сохранение высокой эпидемической активности этих очагов связано во многом с наличием здесь разнообразных интразональных вариантов ландшафта: пойменных лесов и лугов, облесенных долин рек, характеризующихся оптимальными условиями жизнедеятельности грызунов – носителей вируса

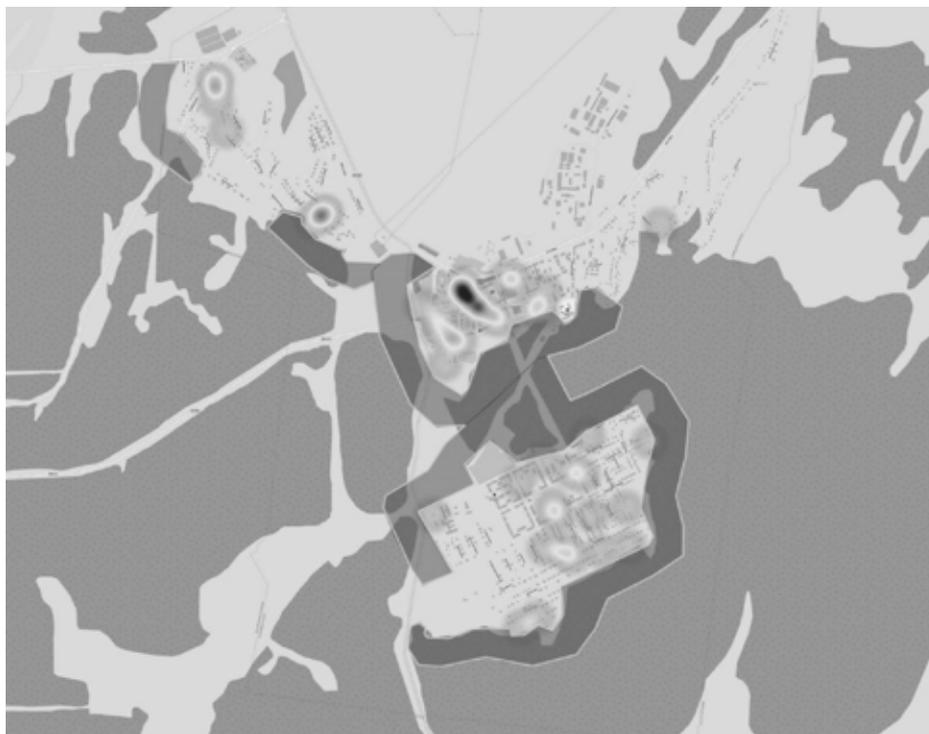


Рис. 4. Схема барьерной дератизации п. Серафимовский Туймазинского района (на карте OpenStreetMap) с общей площадью подлежащих обработкам территории 259 Га

Fig. 4. The scheme of barrier rodent control in the village of Serafimovskiy, Tuymazinsky district (on the OpenStreetMap map) with a total area of 259 ha to be treated



Рис. 5. Схема барьерной дератизации п. Серафимовский Туймазинского района (на карте Google) с общей площадью подлежащих обработкам территории 259 га

Fig. 5. The scheme of barrier rodent control in the village of Serafimovskiy, Tuymazinsky district (on the Google map) with a total area of 259 ha to be treated

ГЛПС. Лесостепная зона занимает большую часть Западного Башкортостана. Географически к этой зоне приурочено 20 административных районов республики с общей площадью 38 869 км², в границах которых проживает 22 % всего населения Башкортостана – 869 170 человек (самая густонаселенная ландшафтная зона республики).

Высокая доля инфицирования населения непосредственно в г. Уфе (49,9 %) объясняется сопряженностью городского и природного ландшафтов, что послужило условием формирования здесь эпидемически значимого, высокоактивного антропогенного очага ГЛПС [25]. Окраины города, а также близлежащие к нему районы (Уфимский, Благовещенский, Иглинский и др.) отличаются достаточно разнообразным рельефом и также очень густо озеленены. В зеленой зоне этих территорий располагается большое количество дачных участков, садовых товариществ и огородов, что многократно увеличивает плотность контакта населения с источниками инфекции в благоприятных для грызунов условиях обитания и увеличивает риск заражения ГЛПС.

Необходимо отметить, что плановые барьерные дератизационные обработки на территории республики начали проводиться на регулярной основе с 1997 года после крупнейшей вспышки ГЛПС, когда в течение одного года отмечено 9403 случая заболевания ГЛПС среди населения республики. В первую очередь обработка проводилась в местах массового отдыха населения: парках, скверах, бульварах и лесопарковых зонах. С 2000 года ежегодно проводится кольцевая обработка территории вокруг

г. Уфы. Площадь территорий, подлежащих барьерной дератизации, в последние 5 лет составляет 49 575 га ежегодно, из них на территории г. Уфы – 24 800 га, на территории городов и районов республики – 24 775 га [26]. При этом необходимо учесть, что вся территория Башкортостана эндемична по ГЛПС. По данным государственного учета земель земельный фонд Республики Башкортостан по состоянию на 1 января 2022 года составляет 14 294,7 тыс. га. Лесной фонд составляет более 40 % территории республики (6,3 млн га). Сам город Уфа является самым «озелененным городом» в России. На все население г. Уфы приходится 20 968 га зеленых насаждений, а на одного жителя – приблизительно 202 м². В связи с этим в годы резкого обострения эпидемиологической ситуации по ГЛПС установленные объемы дератизационных обработок не могут в полной мере обеспечить снижение эпидемического потенциала природных очагов ГЛПС, что требует проведения дополнительных профилактических работ, в первую очередь на территориях высокого риска заражения населения республики.

На сегодня в Республике Башкортостан имеют место условия для длительного существования источника инфекции и успешной реализации ведущего механизма и путей передачи инфекции (большое количество зеленых насаждений в городской среде, большое количество населения, проживающего в частных домах в непосредственной близости к лесным массивам, благоприятные климатические условия: раннее установление снежного покрова, без оттепелей с последующим замерзанием), что может обуславливать высокую интенсивность

и значительную протяженность эпидемического процесса во времени при условии недостаточности проводимых противоэпидемических мероприятий. Дальнейший ход эпидемического процесса будет зависеть от объемов и качества проводимых профилактических (дератизационных, лесотехнических) мероприятий, а также от снижения контакта населения с природными очагами ГЛПС в результате повышения уровня информированности о рисках заражения [27].

Заключение. Сохранение постоянно напряженной эпидемиологической ситуации по ГЛПС в целом по России и периодические крупные вспышки на отдельных территориях страны однозначно свидетельствуют о необходимости значительного повышения эффективности эпидемиологического надзора в природных очагах ГЛПС с целью снижения заболеваемости ГЛПС за счет разработок качественно новых подходов к оценке территории с позиции эпидемиологического риска [28]. Дифференцированный подход к планированию, организации и проведению профилактических мероприятий на очаговых по ГЛПС территориях с различным уровнем эпидемиологического риска заражения является перспективным компонентом стратегии, направленной на снижение уровня заболеваемости ГЛПС в стране.

По мере выявления локальных участков высокого риска заражения ГЛПС в границах отдельных административных территорий (область, район, «зеленая зона» населенного пункта) возрастает оперативная возможность повышения эффективности эпидемиологического надзора за этими территориями путем концентрации здесь объемов профилактических мероприятий, адресной защиты конкретных контингентов высокого риска заражения. Оперативное проведение комплекса неспецифических профилактических мероприятий на территориях с высоким уровнем риска заражения ГЛПС позволяет значительно снизить их потенциальную эпидемическую опасность [14, 29]. В целом такой подход позволяет не только более разумно использовать человеческие и материальные ресурсы, но и усилить защиту населения на участках повышенной эпидемической опасности.

Для повышения эффективности неспецифической профилактики в очагах ГЛПС целесообразно использовать научно-обоснованные подходы к планированию и проведению истребительных мероприятий в очагах ГЛПС с применением возможностей современных геоинформационных систем и аналитических программ, позволяющих визуализировать все этапы аналитической работы для наиболее эффективного решения поставленных задач по снижению заболеваемости ГЛПС, сокращению времени анализа и минимизации ошибочных результатов [30].

По результатам выполненной работы открывается перспектива дальнейшего повышения эффективности неспецифической профилактики в очагах ГЛПС и снижения уровня заболеваемости среди населения. Полученные результаты служат научным обоснованием экономической эффектив-

ности планируемых профилактических мероприятий. Своевременное достаточное финансирование и грамотное распределенное во времени и пространстве проведение комплекса неспецифических профилактических мероприятий позволит снизить уровень заболеваемости ГЛПС до соответствующего современным требованиям биологической безопасности населения Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скударева О.Н. Организация мероприятий по совершенствованию эпиднадзора по ГЛПС // Дезинфекционное дело. 2007. № 4. С. 36–38.
2. Ткаченко Е.А., Дзагурова Т.К., Бернштейн А.Д. и др. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (история, проблемы и перспективы изучения) // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2016. Т. 15. № 3. С. 23–34. doi: 10.31631/2073-3046-2016-15-3-23-34
3. Савицкая Т.А., Иванова А.В., Чумачкова Е.А. и др. Обзор хантавирусных инфекций в мире, эпидемиологической ситуации по геморрагической лихорадке с почечным синдромом в Российской Федерации в 2021 г. и прогноз на 2022 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2022. № 2. С. 54–63. doi: 10.21055/0370-1069-2022-2-54-63
4. Михеева М. А., Михеева И. В. Динамика рейтинга экономического ущерба от инфекционных болезней как критерий эффективности эпидемиологического контроля // Журнал Микробиология, эпидемиология и иммунобиология. 2020. Т. 97. № 2. С. 174–181. doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-2-174-181
5. Иванова А.В., Сафронов В.А., Попов Н.В., Куклев Е.В. Эпидемиологическое районирование территории Приволжского федерального округа по уровню потенциальной эпидемической опасности природных очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 1. С. 91–96. doi: 10.21055/0370-1069-2020-1-91-96
6. Jiang H, Zheng X, Wang L, Du H, Wang P, Bai X. Hantavirus infection: a global zoonotic challenge. *Virologica Sinica*. 2017;32(1):32–43. doi: 10.1007/s12250-016-3899-x
7. Иванова А.В., Попов Н.В., Карнаухова И.Г., Чумачкова Е.А. Хантавирусные болезни: обзор эпидемиологической ситуации и эпидемиологических рисков в регионах мира // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 1. С. 23–31. doi:10.21055/0370-1069-2021-1-23-31
8. Нехаев С.Г., Мельник Л.В. Актуальные аспекты геморрагической лихорадки с почечным синдромом (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2018. № 1. С. 151–158. doi: 10.24411/2075-4094-2018-15980
9. Avšič-Županc T, Saksida A, Korva M. Hantavirus infections. *Clin Microbiol Infect*. 2019;21S:e6–e16. doi: 10.1111/1469-0691.12291
10. Vaheri A, Henttonen H, Mustonen J. Hantavirus research in Finland: Highlights and perspectives. *Viruses*. 2021;13(8):1452. doi: 10.3390/v13081452
11. Ashique S, Sandhu NK, Das S, Haque SN, Koley K. Global comprehensive outlook of Hantavirus contagion on humans: A review. *Infectious Disord Drug Targets*. 2022;22(3):e050122199975. doi: 10.2174/1871526522666220105110819
12. Компанец Г.Г., Иунихина О.В. К истории открытия и изучения геморрагической лихорадки с почечным синдромом // Здоровье населения и среда обитания.

2021. № 5. С. 33–38. doi: 10.35627/2219-5238/2021-338-5-33-38
13. Носик Д.Н., Носик Н.Н. Борьба с вирусами. Дезинфекция. М.: Медицинское информационное агентство, 2018. 160 с.
 14. Попов Н.В., Топорков В.П., Сафронов В.А. и др. Современные направления снижения уровня заболеваемости природно-очаговыми инфекционными болезнями на территории Российской Федерации // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2013. № 5. С. 15–17.
 15. Данилов А.Н., Филимонов Е.С., Куклев Е.С., Кутырев В.В. Анализ структуры и функциональных возможностей современных ГИС-технологий в эпидемиологии // Проблемы особо опасных инфекций. 2005. № 1 (89). С. 19–20.
 16. Павленко А.Л., Коваленко И.С., Хайтович А.Б. Методологический подход использования ГИС-технологий в эпиднадзоре на примере лептоспироза // Проблемы особо опасных инфекций. 2014. № 2. С. 62–65. doi: 10.21055/0370-1069-2014-2-62-65
 17. Коровка В.Г., Галкин В.Б., Паниди Е.А. и др. Возможности геоинформационных технологий для улучшения качества мониторинга очагов социально значимых инфекций // Профилактическая медицина. 2021. Т. 10. № 24. С. 7–13. doi: 10.17116/profmed2021241017
 18. Симонова Е.Г., Шабейкин А.А., Райчич С.Р. и др. Геоинформационные технологии для оценки эпизоотологической и эпидемиологической ситуации с сибирской язвой // Анализ риска для здоровья. 2019. № 3. С. 74–82. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.09.ru
 19. Рязанова А.Г., Герасименко Д.К., Буравцева Н.П. и др. Применение геоинформационных технологий для оценки эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Волгоградской области // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 4. С. 112–119. doi: 10.21055/0370-1069-2021-4-112-119
 20. Мочалкин П.А., Мочалкин А.П., Степанов Е.Г., Фарвазова Л.А., Попов Н.В., Немцова С.Н. Особенности динамики заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в Республике Башкортостан // Дезинфекционное дело. 2021. Т. 2. № 116. С. 44–50. doi: 10.35411/2076-457X-2021-2-44-50
 21. Ахмерова С.Г., Галимов Р.Р., Нагаев Р.Я. Динамика сезонных показателей заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в эндемичном регионе. Вестник Ивановской медицинской академии. 2018. Т. 23. № 1.
 22. Иванова А.В., Сафронов В.А., Степанов Е.Г., Мочалкин П.А., Попов Н.В. Выявление территорий высокого риска заражения ГЛПС в Республике Башкортостан с применением ГИС-технологий // Проблемы особо опасных инфекций. 2016. № 2. С. 40–44. doi: 10.21055/0370-1069-2016-2-40-44
 23. Иванова А.В., Куклев Е.В., Попов Н.В. Современная стратегия повышения биологической безопасности энзоотических по ГЛПС территорий ПФО // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение, 2016. № 1. С. 102–107.
 24. Ершова С.В. Атлас. Республика Башкортостан, 2010. Т. 1., Т. 2. 366 с.
 25. Мочалкин П.А., Мочалкин А.П., Степанов Е.Г., Фарвазова Л.А., Попов Н.В. Оценка потенциальной эпидемической опасности сопряженных очагов ГЛПС в г. Уфе // Пест-Менеджмент. 2014. № 1. С. 11–15.
 26. Мочалкин П.А., Мочалкин А.П., Степанов Е.Г., Фарвазова Л.А. Тактика неспецифической профилактики ГЛПС в Республике Башкортостан в 2012–2017 гг. // Проблемы особо опасных инфекций. 2018. № 2. С. 73–78. doi: 10.21055/0370-1069-2018-2-73-78
 27. Brocato RL, Hooper JW. Progress on the prevention and treatment of Hantavirus disease. *Viruses*. 2019;11(7):610. doi: 10.3390/v11070610
 28. Khan A, Khan M, Ullah S, Wei DQ. Hantavirus: The next pandemic we are waiting for? *Interdiscip Sci*. 2021;13(1):147–152. doi: 10.1007/s12539-020-00413-4
 29. Мочалкин П.А., Рябов С.В., Мочалкин А.П. и др. Совершенствование неспецифических профилактических мероприятий в природных и антропогенных очагах ГЛПС г. Уфы // Дезинфекционное дело. 2007. № 4. С. 60–63.
 30. Вьюшков М.В., Зайцева Н.Н., Ефимов Е.И., Китаева Л.С., Побединский Г.Г., Сарсков С.А. Геоинформационные технологии в эпидемиологии – актуальное научное направление деятельности ННИИЗМ им. академика И.Н. Блохиной. Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 4 (337). С. 31–42. doi: 10.35627/2219-5238/2021-337-4-31-42

REFERENCES

1. Skudareva ON. Organization of measures in perfection epidemic inspection. *Dezinfektsionnoe Delo*. 2007;(4):36–38. (In Russ.)
2. Tkachenko EA, Dzagurova JK, Bernshtein AD, et al. Hemorrhagic fever with renal syndrome (history, problems and research perspectives). *Epidemiologiya i Vaksino profilaktika*. 2016;15(3(88)):23–34. (In Russ.) doi: 10.31631/2073-3046-2016-15-3-23-34
3. Savitskaya TA, Ivanova AV, Chumachkova EA, et al. Overview of hantavirus infections in the world, the epidemiological situation on hemorrhagic fever with renal syndrome in the Russian Federation in 2021, and forecast for 2022. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2022;(2):54–63. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2022-2-54-63
4. Mikheeva MA, Mikheeva IV. Ranking dynamics of economic burden of infectious diseases as a criterion of effectiveness of epidemiologic control. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 2020;97(2):174–181. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-2-174-181
5. Ivanova AV, Safronov VA, Popov NV, Kuklev EV. Epidemiological zoning of the Volga Federal District territory by the level of potential epidemic hazard of hemorrhagic fever with renal syndrome natural foci. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2020;(1):91–96. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-1-91-96
6. Jiang H, Zheng X, Wang L, Du H, Wang P, Bai X. Hantavirus infection: a global zoonotic challenge. *Virol Sin*. 2017;32(1):32–43. doi: 10.1007/s12250-016-3899-x
7. Ivanova AV, Popov NV, Karnaukhov IG, Chumachkova EA. Hantavirus diseases: a review of epidemiological situation and epidemiological risks in the regions of the world. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2021;(1):23–31. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2021-1-23-31
8. Nehaev SG, Melnic LV. Relevant pathogenesis aspects of hemorrhagic fever with renal syndrome (literature review). *Zhurnal Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*. 2018;(1):151–158. (In Russ.) doi: 10.24411/2075-4094-2018-15980
9. Avšič-Županc T, Saksida A, Korva M. Hantavirus infections. *Clin Microbiol Infect*. 2019;21S:e6–e16. doi: 10.1111/1469-0691.12291
10. Vaheri A, Henttonen H, Mustonen J. Hantavirus research in Finland: Highlights and perspectives. *Viruses*. 2021;13(8):1452. doi: 10.3390/v13081452
11. Ashique S, Sandhu NK, Das S, Haque SN, Koley K. Global comprehensive outlook of Hantavirus contagion on humans: A review. *Infectious Disord Drug Targets*. 2022;22(3):e050122199975. doi: 10.2174/187152652266220105110819

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-6-70-80>

Original Research Article

12. Kompanets GG, Iunikhina OV. To the history of the discovery and research into hemorrhagic fever with renal syndrome. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;(5(338)):33-38. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-338-5-33-38
13. Nosik DN, Nosik NN. [Fighting Viruses. Disinfection.] Moscow: Medical Information Agency Publ.; 2018. (In Russ.)
14. Popov NV, Toporkov VP, Safronov VA, et al. Current decreasing trends in the incidence of natural focal infections in the Russian Federation. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy*. 2013;(5):15-17. (In Russ.)
15. Danilov AN, Filimonov ES, Kouklev EV, Kuttyrev VV. Analysis of the structure and functional potential of modern GIS technologies in epidemiology. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2005;(1(89)):19-20. (In Russ.)
16. Pavlenko AL, Kovalenko IS, Khaitovich AB. Methodological approach to application of GIS-technologies for epidemiological surveillance by the example of leptospirosis. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2014;(2):62-65. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2014-2-62-65
17. Korovka VG, Galkin VB, Panidi EA, et al. Potential of geoinformation technologies to improve the monitoring of socially significant infections outbreaks. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2021;24(10):7-13. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed2021241017
18. Simonova EG, Shabeikin AA, Raichich SR, et al. Geoinformation technologies for accessing epizootologic and epidemiologic situation with anthrax. *Health Risk Analysis*. 2019;(3):74-82. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2019.3.09.eng
19. Ryazanova AG, Gerasimenko DK, Buravtseva NP, et al. Application of geoinformation technologies for assessment of the epizootological and epidemiological situation on anthrax in the Volgograd Region. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2021;(4):112-119. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2021-4-112-119
20. Mochalkin PA, Mochalkin AP, Stepanov EG, Farvazova LA. Tactics of non-specific prophylaxis of hemorrhagic fever with renal syndrome in the Republic of Bashkortostan in 2012-2017. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2018;(2):73-78. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2018-2-73-78
21. Akhmerova SG, Galimov RR, Nagaev RYa. Dynamics of seasonal indicators of morbidity of a hemorrhagic fever with renal syndrome in the endemic region. *Vestnik Ivanovskoy Meditsinskoy Akademii*. 2018;23(1):7-11. (In Russ.)
22. Ivanova AV, Safronov VA, Stepanov EG, Mochalkin PA, Popov NV. Detection of territories of high risk HFRS exposure in the Republic of Bashkortostan, applying GIS-technologies. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2016;(2):40-44. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2016-2-40-44
23. Ivanova AV, Kuklev EV, Popov NV. Modern strategy for improving biological safety of HFRS enzootic areas of the Privolzhsky Federal District. *Infektsionnye Bolezni: Novosti, Mneniya, Obuchenie*. 2016;(1):102-107. (In Russ.)
24. Ershova SV. [Republic of Bashkortostan. Atlas.] Vols. 1-2. Yekaterinburg: Azimut Publ.; 2010. (In Russ.)
25. Mochalkin PA, Mochalkin AP, Stepanov EG, Farvazova LA, Popov NV. Assessment of potential epidemic threat in reference to associated HFRS foci, Ufa city. *Pest Menedgment*. 2014;(1):11-15. (In Russ.)
26. Mochalkin PA, Mochalkin AP, Stepanov EG, Farvazova LA. Tactics of non-specific prophylaxis of hemorrhagic fever with renal syndrome in the Republic of Bashkortostan in 2012-2017. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2018;(2):73-78. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2018-2-73-78
27. Brocato RL, Hooper JW. Progress on the prevention and treatment of Hantavirus disease. *Viruses*. 2019;11(7):610. doi: 10.3390/v11070610
28. Khan A, Khan M, Ullah S, Wei DQ. Hantavirus: The next pandemic we are waiting for? *Interdiscip Sci*. 2021;13(1):147-152. doi: 10.1007/s12539-020-00413-4
29. Mochalkin PA, Rjabov SV, Mochalkin AP, et al. Perfection of non-specific prophylactic measures in natural and antropurgial centres GLPS in town Ufa. *Dezinfektsionnoe Delo*. 2007;(4):60-63. (In Russ.)
30. Vyushkov MV, Zaitseva NN, Efimov EI, Kitaeva LS, Pobedinsky GG, Sarskov SA. Geographic information technologies in epidemiology – An up-to-date research direction of Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;(4(337)):31-42. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-337-4-31-42

Сведения об авторах:

✉ **Иванова** Александра Васильевна – к.м.н., и.о. заведующей лаборатории эпидемиологического анализа и прогнозирования ФКУН «Российский противочумный институт “Микроб”»; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4849-3866>.

Магеррамов Шамиль Валехович – и.о. заведующего сектором информационных технологий в эпидемиологии ФКУН «Российский противочумный институт “Микроб”»; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2578-1558>.

Попов Николай Владимирович – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории эпизоотологического мониторинга ФКУН «Российский противочумный институт “Микроб”»; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4099-9261>.

Зубова Анастасия Алексеевна – младший научный сотрудник лаборатории санитарной охраны и ЧС ФКУН «Российский противочумный институт “Микроб”»; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8741-5756>.

Щербакова Светлана Анатольевна – заместитель директора по научной и экспериментальной работе ФКУН «Российский противочумный институт “Микроб”»; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1143-4069>.

Кутырев Владимир Викторович – д.м.н., проф., акад. РАН; директор ФКУН «Российский противочумный институт “Микроб”»; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3788-3452>.

Саттарова Венера Вакильевна – начальник отдела эпидемиологического надзора и санитарной охраны территории Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан; e-mail: satarova_vv@02.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8868-4555>.

Фарвазова Лира Амировна – заместитель начальника отдела эпидемиологического надзора и санитарной охраны территории Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан; e-mail: Farvazova_LA@02.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9232-3039>.

Султанова Альфия Ришатовна – ведущий специалист-эксперт отдела эпидемиологического надзора и санитарной охраны территории Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан; e-mail: Sultanova_AR@02.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1362-1386>.

Казак Анна Ариевна – руководитель Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан; e-mail: Kazak_AA@02.rosпотребнадzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0631-8664>.

Хисамиев Ильнур Ильясевич – заместитель главного врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан», ассистент кафедры микробиологии и вирусологии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: khisamiev.iln@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9024-8725>.

Рожкова Елена Владимировна – заведующий отделом эпидемиологии ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан»; e-mail: roghkova_elena@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3306-0793>.

Мочалкин Павел Александрович – к. м.н., главный врач ГБУЗ «Республиканский центр дезинфекции», и.о. заведующего кафедрой гигиены с курсом медико-профилактического дела ИДПО ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: marketing@dez-uфа.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7415-1299>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Иванова А.В., Маггеррамов Ш.В., Попов Н.В., Щербаклова С.А., Кутырев В.В.*; сбор данных: *Иванова А.В., Саттарова В.В., Фарвазова Л.А., Султанова А.Р., Казак А.А., Хисамиев И.И., Рожкова Е.В., Мочалкин П.А.*; анализ и интерпретация результатов: *Иванова А.В., Маггеррамов Ш.В., Зубова А.А.*; литературный обзор: *Зубова А.А.*; подготовка рукописи: *Иванова А.В.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: работа одобрена экспертной комиссией ФКУН «Российский противочумный институт «Микроб»» (протокол № 25 от 30.01.2023). От всех участников было получено информированное согласие.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: соавтор статьи Кутырев В.В. является членом редакционного совета научно-практического журнала «Здоровье населения и среда обитания», остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 10.02.23 / Принята к публикации: 25.05.23 / Опубликована: 30.06.23

Author information:

✉ Aleksandra V. **Ivanova**, Cand. Sci. (Med.), Acting Head of the Laboratory of Epidemiological Analysis and Forecasting, Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4849-3866>.

Shamil' V. **Magerramov**, Acting Head of the Sector of Information Technologies in Epidemiology, Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2578-1558>.

Nikolay V. **Popov**, Dr. Sci. (Med.), Professor; Chief Researcher, Laboratory of Epizootiological Monitoring, Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4099-9261>.

Anastasiya A. **Zubova**, Junior Researcher, Laboratory of Sanitary Protection and Emergency Situations, Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8741-5756>.

Svetlana A. **Shcherbakova**, Deputy Director for Scientific and Experimental Work, Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1143-4069>.

Vladimir V. **Kutyrev**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Director, Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3788-3452>.

Venera V. **Sattarova**, Head of the Department of Epidemiological Surveillance and Sanitary Protection of the Territory, Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Republic of Bashkortostan; e-mail: sattarova_vv@02.rosпотребнадzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8868-4555>.

Lira A. **Farvazova**, Deputy Head of the Department of Epidemiological Surveillance and Sanitary Protection of the Territory, Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Republic of Bashkortostan; e-mail: Farvazova_LA@02.rosпотребнадzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9232-3039>.

Alfiya R. **Sultanova**, Leading Expert, Department of Epidemiological Surveillance and Sanitary Protection of the Territory, Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Republic of Bashkortostan; e-mail: Sultanova_AR@02.rosпотребнадzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1362-1386>.

Anna A. **Kazak**, Head of the Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Republic of Bashkortostan; e-mail: Kazak_AA@02.rosпотребнадzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0631-8664>.

Il' nur I. **Khislamiev**, Deputy Chief Physician, Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Bashkortostan; Assistant, Department of Microbiology and Virology, Bashkir State Medical University; e-mail: khislamiev.iln@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9024-8725>.

Elena V. **Rozhkova**, Head of Epidemiology Department, Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Bashkortostan; e-mail: roghkova_elena@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3306-0793>.

Pavel A. **Mochalkin**, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Chief Physician, Republican Disinfection Center; Acting Head of the Department of Hygiene with a Course of Preventive Medicine, Bashkir State Medical University; e-mail: marketing@dez-uфа.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7415-1299>.

Author contributions: study conception and design: *Ivanova A.V., Magerramov S.V., Popov N.V., Shcherbakova S.A., Kutyrev V.V.*; data collection: *Ivanova A.V., Sattarova V.V., Farvazova L.A., Sultanova A.R., Kazak A.A., Khislamiev I.I., Rozhkova E.V., Mochalkin P.A.*; analysis and interpretation of results: *Ivanova A.V., Magerramov S.V., Zubova A.A.*; literature review: *Zubova A.A.*; draft manuscript preparation: *Ivanova A.V.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Study approval was provided by the Expert Commission of the Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe” (Protocol 25 of January 30, 2023). Written informed consent was obtained from all study participants.

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

Conflict of interest: The author of the article Vladimir V. Kutyrev is the Member of the Editorial Council of the journal Public Health and Life Environment; other authors have no conflicts of interest to declare.

Received: February 10, 2023 / Accepted: May 25, 2023 / Published: June 30, 2023