



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

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

16+

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И СРЕДА ОБИТАНИЯ

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya – ZNiSO

Основан в 1993 г.

Established in 1993

№6

Том 32 · 2024

Vol. 32 · 2024

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

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

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

Москва • 2024

Здоровье населения и среда обитания –

Знано

Рецензируемый
научно-практический журнал
Том 32 № 6 2024

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.fcgie.ru/>

© ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора,
2024

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А.Ю. Попова
Д.м.н., проф., Заслуженный врач Российской Федерации; Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главный государственный санитарный врач Российской Федерации; заведующий кафедрой организации санитарно-эпидемиологической службы ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
Заместитель главного редактора Р.К. Фридман
К.м.н.; главный врач ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)
Заместитель главного редактора Г.М. Трухина (научный редактор)
Д.м.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; руководитель отдела микробиологических методов исследования окружающей среды института комплексных проблем гигиены ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)
Ответственный секретарь Н.А. Горбачева
К.м.н.; заместитель заведующего учебно-издательским отделом ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)
В.Г. Акимкин д.м.н., проф., академик РАН, Заслуженный врач Российской Федерации; директор ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора; заведующий кафедрой дезинфектологии ФГАУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (г. Москва, Российская Федерация)
Е.В. Ануфриева д.м.н., доц.; заместитель директора по научной работе ГАУ ДПО «Уральский институт 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. Балаховов д.м.н., проф.; директор ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора (г. Иркутск, Российская Федерация)
Н.А. Бокарева д.м.н., доц.; профессор кафедры гигиены педиатрического факультета ФГАУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
Е.Л. Борщук д.м.н., проф.; Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации; заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения №1 ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Оренбург, Российская Федерация)
Н.И. Брико д.м.н., проф., акад. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; директор института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана, заведующий кафедрой эпидемиологии и доказательной медицины ФГАУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (г. Москва, Российская Федерация)
В.Б. Гурвич д.м.н., Заслуженный врач Российской Федерации; научный руководитель ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора (г. Екатеринбург, Российская Федерация)
Т.К. Дзагурова д.м.н.; заведующий лабораторией геморрагических лихорадок ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита) (г. Москва, Российская Федерация)
С.Н. Киселев д.м.н., проф.; проректор по учебно-воспитательной работе, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Хабаровск, Российская Федерация)
О.В. Клепиков д.б.н., проф.; профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (г. Воронеж, Российская Федерация)
В.Т. Комов д.б.н., проф.; заместитель директора по научной работе ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН» (п. Борок, Ярославская обл., Российская Федерация)
Э.И. Коренберг д.б.н., проф., акад. РАЕН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; главный научный сотрудник, заведующий лабораторией переносчиков инфекций ФГБУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
В.М. Корзун д.б.н.; старший научный сотрудник, заведующий зоолого-паразитологическим отделом ФКУЗ «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени НИИ противочумный институт Сибири и Дальнего Востока» Роспотребнадзора (г. Иркутск, Российская Федерация)
Е.А. Кузьмина К.м.н.; заместитель главного врача ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)
В.В. Кутырев д.м.н., проф., акад. РАН; директор ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»» Роспотребнадзора (г. Саратов, Российская Федерация)
Н.А. Лебедева-Несевря д.социол.н., доц.; заведующий лабораторией методов анализа социальных рисков ФНЦГ 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. Рамзаева» Роспотребнадзора (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
В.Ю. Семенов	д.м.н., проф.; заместитель директора по организационно-методической работе Института коронарной и сосудистой хирургии им. В.И. Бураковского ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
С.А. Судьин	д.социол.н., доц.; заведующий кафедрой общей социологии и социальной работы факультета социальных наук ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород, Российская Федерация)
А.В. Суров	д.б.н., членкор РАН; заместитель директора по науке, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией сравнительной эволюции биокommunikации ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова» РАН (г. Москва, Российская Федерация)
В.А. Тутельян	д.м.н., проф., акад. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; научный руководитель ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»; член Президиума РАН, главный внештатный специалист – диетолог Минздрава России, заведующий кафедрой гигиены питания и токсикологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), эксперт ВОЗ по безопасности пищи (г. Москва, Российская Федерация)
Л.А. Хляп	к.б.н.; старший научный сотрудник ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова» РАН (ИПЭЗ РАН) (г. Москва, Российская Федерация)
В.П. Чашин	д.м.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; главный научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
А.Б. Шевелев	д.б.н.; главный научный сотрудник группы биотехнологии и геномного редактирования ИОГен РАН (г. Москва, Российская Федерация)
Д.А. Шпилев	д.социол.н., доц.; профессор кафедры криминологии Нижегородской академии МВД России, профессор кафедры общей социологии и социальной работы факультета социальных наук ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород, Российская Федерация)
М.Ю. Щелканов	д.б.н., доц., директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова» Роспотребнадзора, заведующий базовой кафедрой эпидемиологии, микробиологии и паразитологии с Международным научно-образовательным Центром биологической безопасности в Институте наук о жизни и биомедицины ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН (г. Владивосток, Российская Федерация)
В.О. Щепин	д.м.н., 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.; заведующий лабораторией профилактической медицины, гигиены и экологии Филиала "Научный центр гигиены и эпидемиологии имени Хамзы Жуматова" РГП на ПХВ "Национальный центр общественного здравоохранения" Министерства здравоохранения Республики Казахстан (г. Алматы, Республика Казахстан)
К. Баждарич	доктор психологии; старший научный сотрудник кафедры медицинской информатики медицинского факультета Университета Риеки (г. Риека, Хорватия)
А.Т. Досмухаметов	к.м.н., руководитель Управления международного сотрудничества, менеджмента образовательных и научных программ Филиала «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологического экспертизы и мониторинга» (НПЦ СЭЭИМ) РГП на ПХВ «Национального Центра общественного здравоохранения» (НЦОЗ) Министерства здравоохранения Республики Казахстан (г. Алматы, Республика Казахстан)
В.С. Глушанко	д.м.н., заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения с курсом ФПК и ПК, профессор учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» Министерства здравоохранения Республики Беларусь (г. Витебск, Республика Беларусь)
М.А. оглы Казимов	д.м.н., проф.; заведующий кафедрой общей гигиены и экологии Азербайджанского медицинского университета (г. Баку, Азербайджан)
Ю.П. Курхинен	д.б.н.; приглашенный ученый (программа исследований в области органической и эволюционной биологии), Хельсинкский университет, (Финляндия), ведущий научный сотрудник лаборатории ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем Института леса Карельского научно-исследовательского центра РАН (г. Петрозаводск, Российская Федерация)
С.И. Сычик	к.м.н., доц.; директор Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Беларусь)
И. Томассен	Sand. real. (аналит. химия), профессор Национального института гигиены труда (г. Осло, Норвегия); ведущий научный лаборатории арктического биомониторинга САФУ (г. Архангельск, Российская Федерация)
Ю.О. Удланд	доктор философии (мед.), профессор глобального здравоохранения, Норвежский университет естественных и технических наук (г. Тронхейм, Норвегия); ведущий научный сотрудник института экологии НИУ ВШЭ (г. Москва, Российская Федерация)
Г. Ханн	доктор философии (мед.), профессор; председатель общественной организации «Форум имени Р. Коха и И.И. Мечникова», почетный профессор медицинского университета Шарите (г. Берлин, Германия)
А.М. Цацакис	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 – ЗН СО

Рецензируемый
научно-практический журнал
Том 32 № 6 2024

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 ЗНиСО допускается только с письменного разрешения учредителя и издателя – ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора.
При использовании материалов ссылка на журнал ЗНиСО обязательна.

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

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

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

Редактор Я.О. Кин
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@fcgie.ru, тел.: +7 (495) 633-1817

Опубликовано 28.06.2024
Формат издания 60x84/8
Печ. л. 11,0
Тираж 1000 экз.
Цена свободная

Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 7–88

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

© ФБУЗ ФЦГиЗ Роспотребнадзора, 2024

Zdorov'e Naseleniya
i Sreda Obitaniya –
ZNiSO

Public Health and Life
Environment – PH&LE

Russian monthly peer-reviewed
scientific and practical journal

Volume 32, Issue 6, 2024

Established in 1993

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

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

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

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

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

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

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

EDITORIAL BOARD

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

EDITORIAL COUNCIL

Vladimir A. Aleshkin	Dr. Sci. (Biol.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation; Scientific Director of Gabrichesky Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation
Alexander V. Alekhnovich	Dr. Sci. (Med.), Professor; Deputy Head for Research and Scientific Work, Vishnevsky Third Central Military Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation
Sergey A. Balakhonov	Dr. Sci. (Med.), Professor; Director of Irkutsk Anti-Plague Research Institute, Irkutsk, Russian Federation
Natalia A. Bokareva	Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Professor of the Department of Hygiene, Faculty of Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
Evgeniy L. Borshchuk	Dr. Sci. (Med.), Professor; Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation. Head of the First Department of Public Health and Health Care, Orenburg State Medical University, Orenburg, Russian Federation
Nikolai I. Briko	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Director of F.F. Erisman Institute of Public Health; Head of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation
Vladimir B. Gurvich	Dr. Sci. (Med.), Honored Doctor of the Russian Federation; Scientific Director, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, Russian Federation
Tamara K. Dzagurova	Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Hemorrhagic Fevers, Chumakov Federal Scientific Center for Research and Development of Immunobiological Preparations (Institut of Polyomielitis), Moscow, Russian Federation
Sergey N. Kiselev	Dr. Sci. (Med.), Professor; Vice-Rector for Education, Head of the Department of Public Health and Health Care, Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation
Oleg V. Klepikov	Dr. Sci. (Biol.), Professor; Professor of the Department of 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-Neseyra	Dr. Sci. (Sociol.), Assoc. Prof.; Head of the Laboratory of Social Risk Analysis Methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation

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

FOREIGN EDITORIAL COUNCIL

Meiram K. Amrin	Cand. Sci. (Med.), docent; Head of the Laboratory of Preventive Medicine, Hygiene and Ecology, Branch "Scientific Center for Hygiene and Epidemiology named after Khamza Zhumatov" RSE on REM "National Center for Public Health" of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, 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.), Senior Researcher, Laboratory of Preventive Medicine, Hygiene and Ecology, Branch "Scientific Center for Hygiene and Epidemiology named after Khamza Zhumatov" RSE on REM "National Center for Public Health" of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
Vasiliy 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 Obitalaniya –
ZNiSO

Public Health and Life
Environment – *PH&LE*

Russian monthly peer-reviewed
scientific and practical journal

Volume 32, Issue 6, 2024

Established in 1993

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

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

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

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

Editor Yaroslava O. Kin
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 28, 2024
Publication format: 60x84/8
Printed sheets: 11.0
Circulation: 1,000 copies
Free price

Zdorov'e Naseleniya i Sreda
Obitalaniya. 2024;32(6):7–88.

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОЙ ГИГИЕНЫ

Погорелов А.Р. Региональные различия распространения пневмоний в России: сравнительный пространственно-временной анализ ситуации 2017–2021 годов	7
Васильев Ю.А., Пестренин Л.Д., Румянцев Д.А., Новик В.П., Арзамасов К.М. Частота встречаемости патологических изменений на рентгенограммах органов грудной клетки: анализ текстовых протоколов в масштабах мегаполиса.....	17
Петров В.Н., Непомнящих Т.С. Материалы российских и зарубежных информационных агентств о патогенах приоритетного перечня ВОЗ: сравнительный анализ.....	26

КОММУНАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

Ефимова Н.В., Бобкова Е.В., Зайкова З.А. Выбор и апробация показателей вариативности динамических рядов, характеризующих среду обитания и здоровье населения.....	36
---	----

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Кошкарлова Н.И., Литовченко О.Г. Работоспособность и функциональное состояние центральной нервной системы у студентов технического колледжа.....	45
Шубочкина Е.И., Гурьянова М.П., Курганский А.М., Храмцов П.И., Горелова Ж.Ю. Влияние курения электронных сигарет на здоровье подростков и молодежи	54

МЕДИЦИНА ТРУДА

Кузьмина Л.П., Анварул Р.А., Безрукавникова Л.М., Анварул Н.А. Распространенность курения и риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы у работников электросетевых объектов.....	64
Рахманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомоллова Е.С., Разгулин С.А., Непряхин Д.В., Зайцев Л.Л. Сравнительный анализ эритроцитов, витаминов В ₁₂ и В ₉ , железа в крови у мужчин, работающих в различных климатических поясах	73

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Асланов Б.И., Гончаров А.Е., Азаров Д.В., Трофимова А.Н., Аксенов А.С., Мизин И.А., Колоджиева В.В., Кушниренко Д.А., Краева Л.А., Панин А.Л., Крыленков В.А. Характеристики геномов условно-патогенных бактерий зоогенных экосистем островов Западной Арктики.....	81
---	----

CONTENTS

ISSUES OF MANAGEMENT AND PUBLIC HEALTH

Pogorelov AR. Regional differences in the spread of pneumonia in Russia: A comparative spatiotemporal analysis of the situation in 2017–2021	7
Vasilev YuA, Pestrenin LD, Rumyantsev DA, Novik VP, Arzamasov KM. Frequency of abnormal findings on chest radiographs: Analysis of chest X-ray reports in the metropolis.....	17
Petrov VN, Nepomnyashchikh TS. News Items of Russian and foreign news agencies on WHO priority pathogens: A comparative analysis	26

COMMUNAL HYGIENE

Efimova NV, Bobkova EV, Zaikova ZA. Selection and testing of variability indicators of the time series characterizing the environment and population health.....	36
--	----

PEDIATRIC HYGIENE

Koshkarova N.I., Litovchenko O.G.. Performance and functional state of the central nervous system in technical college students.	45
Shubochkina EI, Guryanova MP, Kurgansky AM, Khramtsov PI, Gorelova JYu. Health risks for adolescents and young adults posed by electronic cigarettes	54

OCCUPATIONAL HEALTH

Kuzmina LP, Anvarul RA, Bezrukavnikova LM, Anvarul NA. Prevalence of smoking and the risk of cardiovascular diseases in power grid workers.....	64
Rakhmanov RS, Narutdinov DA, Bogomolova ES, Razgulin SA, Nepryakhin DV, Zaytsev LL. Comparative analysis of red blood cells and blood levels of iron and vitamins В ₁₂ and В ₉ in men working in different climate zones.	73

EPIDEMIOLOGY

Aslanov BI, Goncharov AE, Azarov DV, Trofimova AN, Aksekov AS, Mizin IA, Kolodzhieva VV, Kushnirenko DA, Kraeva LA, Panin AL, Krylenkov VA. Characteristics of genomes of opportunistic bacteria in zoogenic ecosystems of the Russian Western Arctic Islands.....	81
--	----



Региональные различия распространения пневмоний в России: сравнительный пространственно-временной анализ ситуации 2017–2021 годов

А.Р. Погорелов

ФГБУН «Тихоокеанский институт географии» ДВО РАН,
ул. Радио, д. 7, г. Владивосток, 690041, Российская Федерация

Резюме

Введение. Пневмонии остаются актуальными болезнями органов дыхания, продолжающими оказывать влияние в XXI веке на заболеваемость и смертность населения во всем мире. Россия долгое время характеризуется увеличением частоты заболеваемости пневмониями. В связи с этим для России актуальным представляется мониторинг в разрезе регионов для лучшего понимания пространственных различий распространения пневмоний и их изменений в последние годы.

Цель исследования: проведение пространственно-временного анализа региональных различий общей заболеваемости пневмониями среди взрослого населения в России в сравнительной временной динамике 2017–2021 годов с выделением до- и пандемийного периодов, учитывая общероссийскую многолетнюю динамику за период 2010–2022 годов.

Материалы и методы. Исследование сфокусировано на общем временном периоде 2017–2021 гг. с наличием достаточных данных по общей заболеваемости. Рассчитывались статические и динамические показатели за сравнительные до- и пандемийные периоды. Разработанная с помощью ГИС-инструментов серия картограмм позволила визуализировать полученную информацию и оценить пространственно-временную ситуацию по исследуемому процессу.

Результаты. Рассмотрена долговременная динамика общей заболеваемости взрослого населения пневмониями в России и оценены региональные тенденции в 2017–2021 гг. В 2017–2019 гг. большинство регионов России отличались приращением заболеваемости пневмониями (темпы прироста не превышали 30 %). В 2019–2021 гг., в условиях возникшего кризиса пандемии COVID-19, ситуация по распространению пневмоний значительно изменилась и произошло увеличение темпов прироста заболеваемости в подавляющем большинстве субъектов. Значительное ухудшение ситуации наблюдалось в большей части европейской территории России (темпы прироста от 70 до 90 %). Отчетливо сократилась группа регионов с отсутствием приращения заболеваемости (с 25 до 5).

Заключение. В результате оценены изменения региональных различий общей заболеваемости взрослого населения пневмониями в России в 2017–2021 годах. Выявлено усложнение межрегиональной неравномерности распространения пневмоний в пандемийный период в сравнении с допандемийным. Увеличение темпов прироста заболеваемости различной интенсивности затронуло 80 российских регионов.

Ключевые слова: болезни органов дыхания, пневмония, заболеваемость, территориальная дифференциация, геоинформационный мониторинг, эпидемиологическая ситуация, пандемия COVID-19.

Для цитирования: Погорелов А.Р. Региональные различия распространения пневмоний в России: сравнительный пространственно-временной анализ ситуации 2017–2021 годов // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 7–16. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-7-16

Regional Differences in the Spread of Pneumonia in Russia: A Comparative Spatiotemporal Analysis of the Situation in 2017–2021

Artur R. Pogorelov

Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
7 Radio Street, Vladivostok, 690041, Russian Federation

Summary

Introduction: Pneumonia remains a respiratory disease of concern that keeps influencing morbidity and mortality throughout the world in the 21st century. Increased incidence rates of pneumonia have been registered in Russia for a long time. In this regard, regional surveillance seems relevant across the country for a better understanding of recent spatial differences in the disease spread and their fluctuations.

Objective: To carry out a spatiotemporal analysis of regional differences in pneumonia prevalence in the adult population of Russia in 2017–2021 with a focus on pre- and COVID-19 pandemic periods, given the Russian long-term dynamics for 2010–2022.

Materials and methods: The study covers the years 2017–2021 with sufficient data on pneumonia prevalence collected. Static and dynamic parameters were calculated for the compared pre- and pandemic periods. A series of cartograms developed using GIS tools made it possible to visualize the information obtained and assess the spatiotemporal situation of the process under study.

Results: The long-term dynamics of pneumonia prevalence rates in the adult population in Russia was examined with the regional trends in 2017–2021 assessed. In 2017–2019, they rose in most regions of Russia but the growth rate did not exceed 30 %. In 2019–2021, in the context of the COVID-19 pandemic, the pneumonia situation changed dramatically and the disease rates increased in most regions. A significant deterioration of the situation was observed in most of the European part of Russia with the growth rates ranging from 70 % to 90 %. The number of regions with a null increase in the pneumonia prevalence dropped from 25 to five.

Conclusions: Changes in the regional differences in the disease prevalence in the adult population of Russia for 2017–2021 were assessed. The uneven interregional spread of pneumonia complicated during the pandemic compared with the pre-pandemic period. Increased growth rates of the disease prevalence of varying intensity were observed in 80 Russian regions.

Keywords: diseases of the respiratory system, pneumonia, prevalence, territorial differentiation, geoinformation monitoring, epidemiologic situation, COVID-19 pandemic.

Cite as: Pogorelov AR. Regional differences in the spread of pneumonia in Russia: A comparative spatiotemporal analysis of the situation in 2017–2021. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):7–16. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-7-16

Введение. Пневмонии являются одними из наиболее обременяющих заболеваний органов дыхания в глобальном медико-социальном контексте. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) инфекционные заболевания нижних дыхательных путей, основную группу из которых составляют пневмонии, остаются в XXI веке в числе ведущих причин смертей во всем мире¹. При этом наиболее распространены именно внебольничные пневмонии [1], представляющие наибольшую опасность для общественного здоровья. В России и ее регионах неоднократно отмечалась тенденция к росту частоты заболеваемости пневмониями [2–5]. Это, в свою очередь, приводит к увеличению смертности, инвалидизации, потерянных лет жизни и ухудшению медико-социальной ситуации [6–8]. На индивидуальном уровне заболеваемость пневмонией приводит к снижению или утрате трудоспособности, возникновению и развитию прочих сопутствующих заболеваний, ухудшая тем самым общее состояние здоровья и качество жизни человека [9, 10]. Вышесказанное определяет необходимость всестороннего изучения проблемы распространения пневмоний не только с позиций клинической и профилактической медицины, но и других наук, в том числе пространственной эпидемиологии и медицинской географии. Последняя с помощью геоинформационных технологий позволяет актуализировать имеющиеся данные и расширять представления о пространственных вариациях и предпосылках состояния популяционного здоровья и заболеваемости [11, 12].

Проблема широкого распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 установилась с 2020 года, когда ВОЗ официально объявила пандемию. В России период пандемии определил изменения не только эпидемиологической ситуации, но и повлек существенные изменения в здравоохранении, демографической ситуации, социальной и экономической сферах регионов страны [13–15]. К настоящему времени выполнен ряд исследований, основанных на различных аспектах географического анализа, позволивших оценить масштабы и возможные факторы распространения COVID-19 [16–18]. Представленные в этих работах данные, полученные с помощью геоинформационного картографирования, позволили определить состояние распространения новой коронавирусной инфекции на разных временных интервалах ее динамики, а также объяснить ее продвижение различными географическими и социально-экономическими факторами.

Тем не менее важно учитывать, что пневмонии проявляются как одни из клинических форм и осложнений при COVID-19 у пациентов с тяжелым течением инфекции². Несмотря на это, исследованию проблемы распространения пневмоний в регионах

России с позиций пространственных (региональных) различий уделено недостаточно внимания. Дополнительно показатели по пневмониям можно рассматривать как индикаторы качества медицинской помощи населению [1, 19]. Это актуально для оценки ситуации в период коронавирусного кризиса, когда повысилась необходимость получения данных о проблемах и эффективности функционирования системы здравоохранения и общественного здоровья, ее ответа в условиях возникновения внешних кризисных факторов.

Цель исследования: проведение пространственно-временного анализа региональных различий общей заболеваемости пневмониями среди взрослого населения в России в сравнительной временной динамике 2017–2021 годов с выделением до- и пандемийного периодов, учитывая общероссийскую многолетнюю динамику за период 2010–2022 годов.

Материалы и методы. При постановке и обосновании исследования изначально рассматривалась общая ситуация по заболеваемости (РФ, федеральные округа) и смертности (РФ) от пневмоний за многолетний период 2010–2022 годов. Основными исходными источниками информации по данным показателям послужили статистические материалы Росстата. Далее внутри этого промежутка, с учетом выявленных наблюдений многолетней динамики, изучались региональные различия общей заболеваемости (распространенности) взрослого населения пневмониями в 2017–2021 годах. Базовыми источниками данных в разрезе регионов РФ по распространенности пневмоний (код Международной классификации болезней X пересмотра – J18) за 2017–2021 годы стала форма государственной статистической отчетности³. Обработка и интерпретация данных в разрезе регионов РФ осуществлена с помощью сравнительно-географического, картографического и геоинформационного методов. Поставленная цель поэтапно решалась в следующей последовательности.

1. Сбор медико-статистических данных по всем федеральным округам и субъектам РФ по взрослому населению и формирование базы данных. Фокусирование работы на взрослом контингенте определялось тем, что в данной группе населения в отличие от детского контингента наблюдался значительный рост заболеваемости пневмониями и другими болезнями органов дыхания в 2020–2021 гг., а также более широкое в этот период распространение новой коронавирусной инфекции COVID-19.

2. Выполнение с помощью сформированной базы данных расчетно-оценочных операций, в том числе определение темпов прироста общей заболеваемости пневмониями по федеральным округам и субъектам РФ, рассчитанных по аналогии с демографическими показателями [20], за два сравнительных перио-

¹ 10 ведущих причин смерти в мире (Информационный бюллетень Всемирной организации здравоохранения). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (дата обращения: 30.04.2024).

² Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика: методическое пособие / Кол. авторов. М.: Департамент здравоохранения города Москвы, 2020. 71 с.

³ Приказ Федеральной службы государственной статистики от 27 октября 2023 г. N 533 "Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Министерством здравоохранения Российской Федерации федерального статистического наблюдения в сфере охраны здоровья" (Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации (Форма N 12 (годовая)

да – ситуации в допандемийные (2017–2019 гг.) и пандемийные (2019–2021 гг.) годы. Выбор данных периодов определялся равнозначным временным интервалом, возможностью расчета темпа прироста двух последних лет к исходному первому году и их сравнительного сопоставления, а также наличием необходимой медико-статистической информации.

3. Составление серии сравнительных картограмм, отражающих фактические однолетние ситуации по распространенности среди взрослого населения пневмоний в регионах РФ за общий период 2017–2021 гг., темпы прироста (динамическую ситуацию) за сравнительные периоды 2017–2019 и 2019–2021 гг. Первая серия картограмм, в которых отражена годовая фактическая ситуация, строилась на основе единой шкалы, учитывающей вариацию показателей за полный исследуемый временной период. Вторая серия картограмм также построена на основе единой шкалы, включившей 7 групп регионов по темпам прироста, с выделением групп очень низкого (менее 10) и очень высокого прироста (более 90), а также его отсутствия (снижение общей заболеваемости). Последний этап позволил визуализировать в масштабе страны полученную сравнительную информацию и охарактеризовать региональные различия по исследуемому процессу. Для этого использована геоинформационная система QGIS 3.16, в которой был разработан проект тематического картографического исследования.

Результаты. За период с 2010 по 2022 г. общая заболеваемость взрослого населения РФ пневмониями увеличилась на 38,4 % и ее средний многолетний показатель составил 583,5 случая на 100 тыс. взрослого населения (рис. 1). Значительный рост пришелся на 2020–2021 гг., который характеризовался широким распространением новой коронавирусной инфекции. Показатели общей заболеваемости в эти годы составили 1554,5 случая на 100 тыс. взрослых, что на 75,5 % выше аналогичных показателей за ранний продолжительный период 2010–2019 годов. В период с 2010 г. до коронавирусного кризиса средняя многолетняя общая заболеваемость пневмониями варьировала на уровне 380,5 случая на 100 тыс. взрослого населения, а ее доля в структуре класса болезней органов дыхания варьировалась в след за динамикой заболеваемости и составляла 1,7–2,0 %. В 2020–2021 гг. распространение пневмоний повлекло значительное, ранее не наблюдавшееся увеличение их доли в общей структуре заболеваемости по классу болезней органов дыхания до 5,7–5,9 %. Изменение заболеваемости в условиях коронавирусного кризиса проявилось ростом числа умерших от пневмоний. Их доля в структуре смертности от болезней органов дыхания в 2020 г. составила 60,4 %, в 2021 г. – 65,3 %, учитывая тот факт, что в период до пандемии 2017–2019 гг. она составляла 41,5 % и в целом характеризовалась постепенным снижением. К 2022 г. эпидемиологическая ситуация стала стабилизироваться и доля пневмоний в струк-

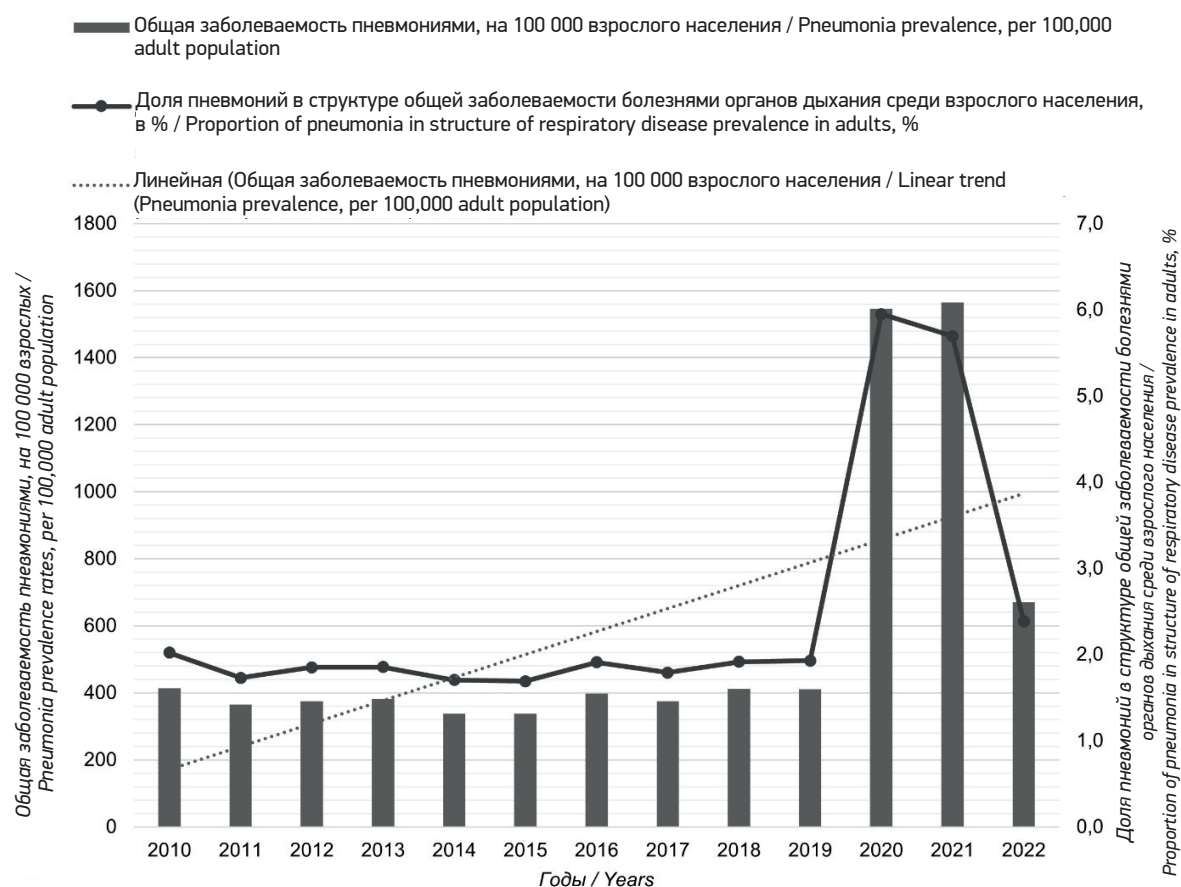


Рис. 1. Динамика показателей общей заболеваемости взрослого населения пневмониями в РФ в 2010–2022 гг.

Fig. 1. Pneumonia prevalence rates in the adult population of the Russian Federation in 2010–2022

туре заболеваемости по классу болезней органов дыхания составила 2,4 %, в структуре смертности она сокращается медленней и составила 52,5 %.

Определенные различия в распространении пневмоний наблюдаются на макрорегиональном уровне в разрезе федеральных округов России (рис. 2). В период 2010–2022 гг. во всех федеральных округах рост общей заболеваемости пневмониями составил от 27,7 до 44,5 %. Ниже общероссийских показателей средние многолетние уровни общей заболеваемости пневмониями на 100 тыс. населения взрослых определились в Центральном (ЦФО) – 529,6, Северо-Западном (СЗФО) – 543,5, Южном (ЮФО) – 563,1, Уральском (УФО) – 572,2 и Северо-Кавказском (СКФО) – 577,9 федеральных округах. При этом только в первых двух зафиксировано снижение заболеваемости в устойчивый многолетний период, до коронавирусного кризиса, 2010–2019 гг. Выше среднероссийских показателей общей заболеваемости отличаются Дальневосточный (ДФО) – 587,3, Сибирский (СФО) – 634,8 и Приволжский (ПФО) – 644,4 федеральные округа. В 2020–2021 гг. во всех федеральных округах ситуация по пневмониям обострилась, что отразилось на значительном и нетипичном для ранних временных периодов увеличении показателей общей заболеваемости. Так, темпы прироста заболеваемости за сравнительный период 2019–2021 гг. значительно увеличились в федеральных округах европейской части России – от 53,7 % в ПФО до 66,4 % в ЮФО. В азиатской части России федеральные округа характеризовались темпами прироста менее 50 %: УФО – 36,0 %, СФО, 44,7 % и ДФО – 46,9 %. Кроме того, в последних трех федеральных округах в сравнительный период 2017–2019 гг. темпы прироста, наоборот, были самыми высокими (СиФО – 6,9 %, УФО – 8,4 %, ДФО – 11,0 %), в то время как в

остальных федеральных округах они не превышали значения в 2,1 %.

Более детально пространственные различия по распространенности пневмоний в России и ее изменение в 2017–2021 гг. определяются в разрезе отдельных регионов, представленных серией картограмм (рис. 3). В период 2017–2019 гг., до возникновения коронавирусного кризиса, последовательное увеличение общей заболеваемости пневмониями отмечалось в 28 регионах России, большинство которых находится в азиатской части России. Это преимущественно дальневосточные и сибирские приграничные регионы, а также некоторые северные регионы Западной Сибири и Урала. В пределах европейской территории России это немногочисленная и рассредоточенная часть регионов, в числе которых важно отметить Москву и Московскую область. В то же время наихудшие значения показателей заболеваемости в основном определились для таких регионов, как Чукотский автономный округ и Чеченская Республика. Только в первом из них значительное ухудшение ситуации продолжилось в 2020–2021 гг. Относительно благополучная ситуация имела в нескольких межрегиональных сегментах – группа северных регионов Дальнего Востока (Республика Саха (Якутия), Камчатский край, Магаданская область), южных регионов европейской территории (Республики Дагестан, Калмыкия, Волгоградская область) и Западной Сибири (Тюменская, Новосибирская, Омская области). В 2020–2021 гг. эпидемиологическая ситуация значительно изменилась, позволив сдержать широкое распространение пневмоний лишь в отдельных регионах, из которых явно выделились национальные Республики Якутия (Саха) и Калмыкия.

Показательна оценка ситуации за два сравнительных периода – до коронавирусного кризиса (2017–2019 гг.) и в период возникновения и развития коронавирусного кризиса (2019–2021 гг.). Для каж-

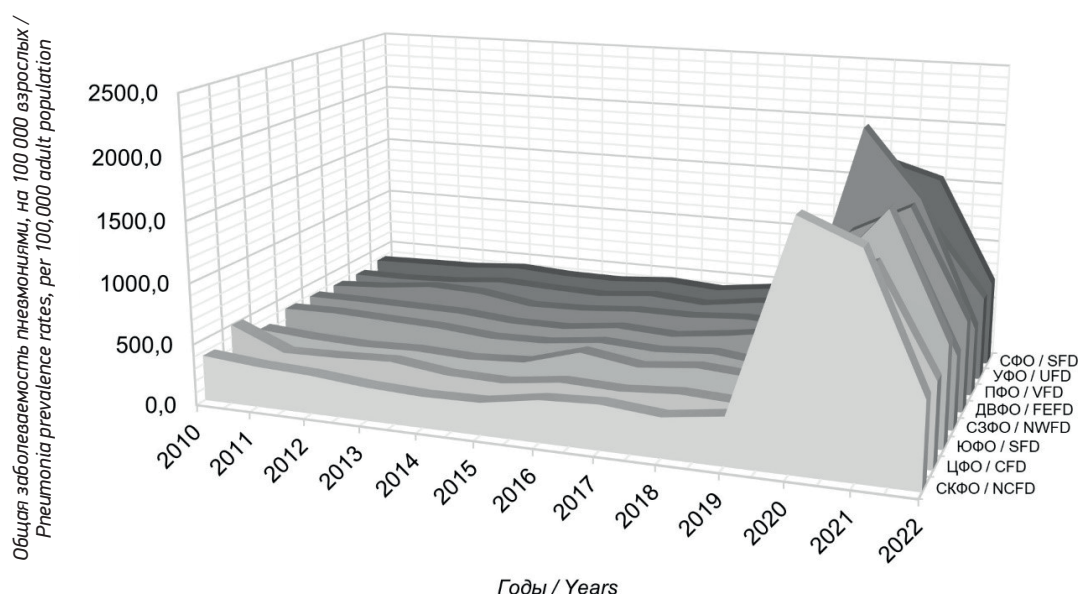


Рис. 2. Динамика показателей общей заболеваемости взрослого населения пневмониями в федеральных округах РФ в 2010–2022 гг. на 100 тыс. взрослого населения

Fig. 2. Pneumonia prevalence rates in the federal districts of the Russian Federation in 2010–2022, per 100,000 adult population

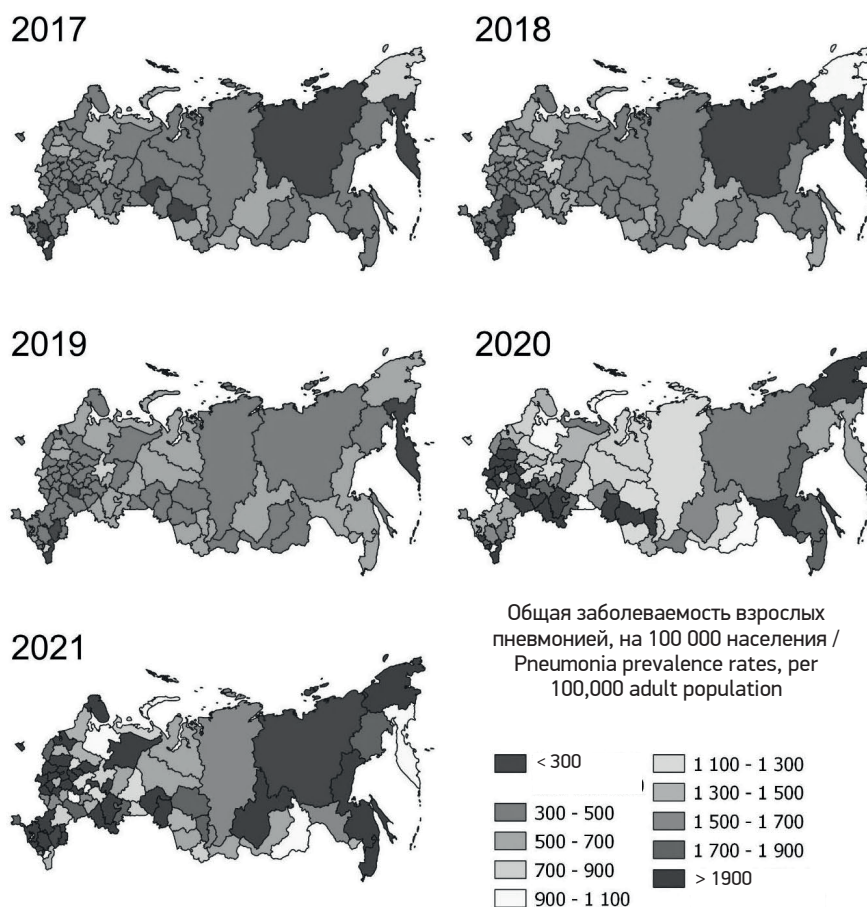


Рис. 3. Территориальная межрегиональная дифференциация показателей общей заболеваемости взрослого населения пневмониями в РФ в 2017–2021 гг.

Fig. 3. Interregional territorial differentiation of pneumonia prevalence rates in the adult population of the Russian Federation in 2017–2021

дого субъекта рассчитаны темпы прироста общей заболеваемости пневмониями среди взрослого населения. Это позволило более отчетливо показать сравнительные пространственные различия негативных или позитивных тенденций распространения пневмоний, выраженных соответствующими темпами прироста общей заболеваемости (рис. 4, табл. 1). В 2017–2019 гг. большинство регионов России отличалось приращением заболеваемости пневмониями. На момент до пандемии наиболее напряженная ситуация по распространению пневмоний наметилась преимущественно в регионах Западной Сибири, южных частях Сибири и Дальнего Востока, для которых темпы прироста составили от 10 до 30 %. Исключениями стали несколько регионов европейской части России – Севастополь и Белгородская область с темпами прироста не более 12 % и Республика Северная Осетия – Алания с одним из самых высоких темпов прироста в 21,1 %. Позитивные изменения, связанные со снижением заболеваемости (до 10,3 %), отмечались в половине регионов европейской России, а также на северо-востоке России и лишь в одном сибирском регионе (Республика Тыва). Остальные регионы (всего 45) отличались средними на тот период темпами прироста (до 10 %).

В сравнительном периоде 2019–2021 гг., в условиях возникшего коронавирусного кризиса, ситуация по распространению пневмоний значительно изменилась на всей территории России. Практически во всех регионах увеличились показатели общей заболеваемости пневмониями за исключением 4 субъектов. Дифференцировались регионы и по степени темпов прироста. Наихудшая ситуация отмечалась в 6 регионах, в которых темпы прироста составили более 90 % (Республики Мордовия, Коми, Карачаево-Черкесия, Курская, Сахалинская и Орловская области). Значительное ухудшение ситуации отчетливо наблюдалось в большей части европейской территории России, где темпы прироста часто варьировались от 70 до 90 %. Такой же темп прироста в азиатской части России был типичен только в Томской области. Остальные российские регионы дифференцированы различными темпами прироста. Весьма непростая ситуация также сложилась в регионах юга Сибири и на Дальнем Востоке, где прирост заболеваемости колебался от 30 до 70 %. Снижением заболеваемости пневмониями в весьма напряженный период 2019–2021 гг. отличились 4 региона без выраженных географических закономерностей: Республика Саха (Якутия), Ямало-Ненецкий автономный округ, Алтайский край, Республика Калмыкия. Причем

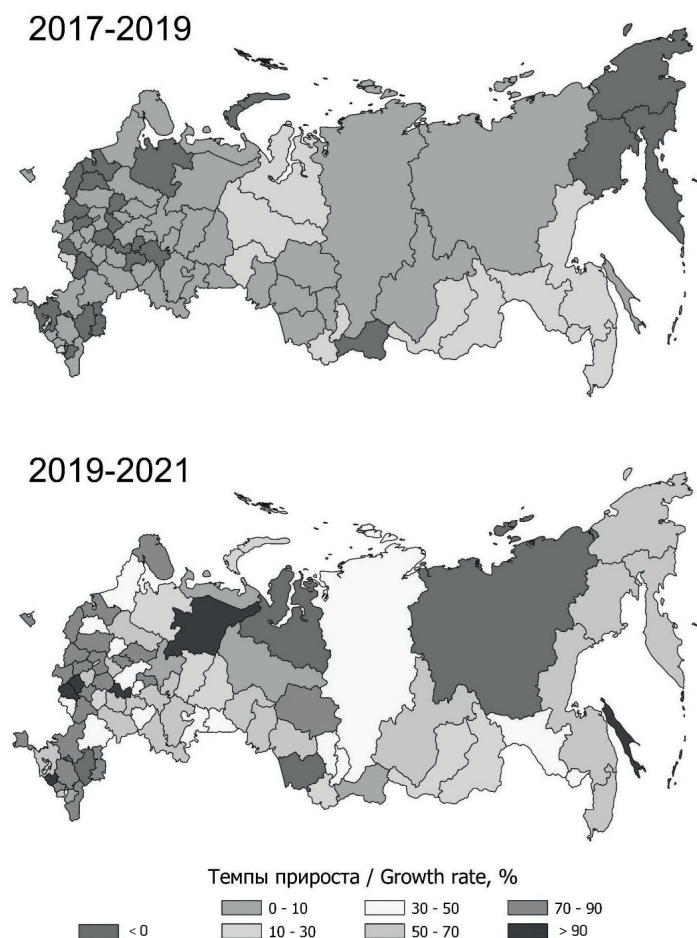


Рис. 4. Территориальная межрегиональная дифференциация показателей темпов прироста общей заболеваемости взрослого населения пневмониями в РФ в периоды 2017–2019 и 2019–2021 гг.

Fig. 4. Interregional territorial differentiation of pneumonia prevalence growth rates in the adult population of the Russian Federation in the years 2017–2019 and 2019–2021

только последняя республика не изменяла региональную тенденцию в двух сравниваемых периодах 2017–2021 гг., устойчиво оставаясь в группе регионов, в которых прекратилось приращение заболеваемости.

Обсуждение. Большинство регионов России в 2019–2021 гг. в сравнении с 2017–2019 гг. характеризовались негативными тенденциями распространения пневмоний среди взрослого населения, что выражалось увеличением показателей и темпов прироста общей заболеваемости. Значительно сократились группы регионов с позитивными и низкими темпами приростов заболеваемости. Только 10 регионов смогли войти в эти группы в пандемийный период. В итоге группа регионов с низким приростом (0–10 %) сократилась с 45 до 5, с отсутствием прироста с 25 также до 5. Сократилась и группа с темпами прироста 10–30 %, в которой за сравнительный период 2019–2021 гг. оказались 9 вместо ранее находившейся в ней 15 регионов. Большинство же регионов характеризовались темпами прироста заболеваемости более 30 %. Причем наихудшими показателями более 90 % выделились 6 регионов, которые за ранний сравнительный период, наоборот, входили в относительно благополучные группы регионов.

Вместе с тем 12 регионов в 2019–2021 гг. отличились устойчивыми положениями или показали позитивные сдвиги, связанные со снижением общей заболеваемости пневмониями. Сохранение положения характерно для Республик Адыгея, Бурятия, Алтай, Забайкальского края, Ненецкого автономного округа, Кировской области, Республик Калмыкия и Ингушетия. Они сохранили свое положение в аналогичных группах за два сравнительных периода. Более позитивные перемены положения произошли в самой немногочисленной части российских регионов (Республика Саха (Якутия), Алтайский край, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский (Югра) автономные округа). Благодаря этому первые три субъекта вошли в группу с отсутствием прироста общей заболеваемости, а Ханты-Мансийский автономный округ – Югра вошел в группу с темпами прироста 0–10 %.

Сложившиеся региональные различия в России за рассматриваемый период времени во многом определены особенностями течения в различных регионах эпидемиологической ситуации, связанной с распространением среди взрослого населения новой коронавирусной инфекции COVID-19. Широкое распространение пневмоний повлияло на общие изменения в заболеваемости и смертности россий-

Таблица. Распределение субъектов РФ по темам прироста общей заболеваемости взрослого населения пневмониями в 2017–2019 и 2019–2021 гг.**Table. Distribution of the constituent entities of the Russian Federation by pneumonia prevalence growth rates in the adult population in 2017–2019 and 2019–2021**

Темпы прироста, в % / Growth rate, %	Субъекты РФ / Constituent entities of the Russian Federation	
	2017–2019 гг. (допандемийный период) / 2017–2019 (pre-pandemic period)	2019–2021 гг. (пандемийный период) / 2019–2021 (pandemic period)
> 90	–	Мордовия, Коми, Курская, Сахалинская, Орловская, Карачаево-Черкесская / Mordovia, Komi, Kursk, Sakhalin, Oryol, Karachay-Cherkess
70–90	–	Ленинградская, Дагестан, Рязанская, Ставропольский, Тверская, Кабардино-Балкарская, Астраханская, Московская, Калининградская, Калужская, Мурманская, Ростовская, Липецкая, Костромская, Марий Эл, Псковская, Севастополь, Томская, Брянская, Крым, Ивановская, Смоленская, Воронежская / Leningrad, Dagestan, Ryazan, Stavropol, Tver, Kabardino-Balkarian, Astrakhan, Moscow, Kaliningrad, Kaluga, Murmansk, Rostov, Lipetsk, Kostroma, Mari El, Pskov, Sevastopol, Tomsk, Bryansk, Crimea, Ivanovo, Smolensk, Voronezh
50–70	–	Оренбургская, Саратовская, Тюменская, Магаданская, Санкт-Петербург, Омская, Владимирская, Чукотский, Краснодарский, Северная Осетия – Алания, Татарстан, Башкортостан, Приморский, Вологодская, Тульская, Иркутская, Камчатский, Новосибирская, Ульяновская, Пензенская, Хабаровский, Удмуртская / Orenburg, Saratov, Tyumen, Magadan, St. Petersburg, Omsk, Vladimir, Chukotka, Krasnodar, North Ossetia - Alania, Tatarstan, Bashkortostan, Primorsky, Vologda, Tula, Irkutsk, Kamchatka, Novosibirsk, Ulyanovsk, Penza, Khabarovsk, Udmurt
30–50	–	Самарская, Челябинская, Белгородская, Красноярский, Кемеровская, Нижегородская, Хакасия, Амурская, Чувашская, Волгоградская, Карелия, Ярославская, Еврейская, Курганская, Новгородская / Samara, Chelyabinsk, Belgorod, Krasnoyarsk, Kemerovo, Nizhny Novgorod, Khakassia, Amur, Chuvash, Volgograd, Karelia, Yaroslavl, Jewish, Kurgan, Novgorod
10–30	Ямало-Ненецкий, Еврейская, Северная Осетия – Алания, Алтай, Хабаровский, Забайкальский, Хакасия, Ханты-Мансийский – Югра, Приморский, Адыгея, Тюменская, Севастополь, Бурятия, Амурская, Белгородская / Yamalo-Nenets, Jewish, North Ossetia – Alania, Altai, Khabarovsk, Transbaikali, Khakassia, Khanty-Mansi – Yugra, Primorsky, Adygea, Tyumen, Sevastopol, Buryatia, Amur, Belgorod	Адыгея, Свердловская, Забайкальский, Архангельская, Москва, Тамбовская, Бурятия, Алтай, Пермский / Adygea, Sverdlovsk, Transbaikali, Arkhangelsk, Moscow, Tambov, Buryatia, Altai, Perm
0–10	Карелия, Новосибирская, Красноярский, Кабардино-Балкарская, Свердловская, Кировская, Калининградская, Костромская, Саха (Якутия), Саратовская, Карачаево-Черкесская, Омская, Ростовская, Мурманская, Брянская, Марий Эл, Ивановская, Курганская, Ненецкий, Кемеровская, Сахалинская, Башкортостан, Алтайский, Дагестан, Пермский, Челябинская, Тамбовская, Крым, Иркутская, Удмуртская, Тверская, Москва, Ставропольский, Липецкая, Вологодская, Московская, Тульская, Волгоградская, Самарская, Коми, Оренбургская, Томская, Орловская, Нижегородская, Пензенская / Karelia, Novosibirsk, Krasnoyarsk, Kabardino-Balkarian, Sverdlovsk, Kirov, Kaliningrad, Kostroma, Sakha (Yakutia), Saratov, Karachay-Cherkess, Omsk, Rostov, Murmansk, Bryansk, Mari El, Ivanovo, Kurgan, Nenets, Kemerovo, Sakhalin, Bashkortostan, Altai, Dagestan, Perm, Chelyabinsk, Tambov, Crimea, Irkutsk, Udmurt, Tver, Moscow, Stavropol, Lipetsk, Vologda, Moscow, Tula, Volgograd, Samara, Komi, Orenburg, Tomsk, Oryol, Nizhny Novgorod, Penza	Ненецкий, Тыва, Кировская, Чеченская, Ханты-Мансийский – Югра / Nenets, Tyva, Kirov, Chechen, Khanty-Mansiysk – Yugra
< 0 (снижение заболеваемости / a decrease in prevalence)	Курская, Камчатский, Магаданская, Смоленская, Архангельская, Новгородская, Воронежская, Краснодарский, Ленинградская, Татарстан, Рязанская, Владимирская, Ульяновская, Ингушетия, Чувашская, Чеченская, Калмыкия, Астраханская, Тыва, Калужская, Псковская, Мордовия, Санкт-Петербург, Чукотский, Ярославская / Kursk, Kamchatka, Magadan, Smolensk, Arkhangelsk, Novgorod, Voronezh, Krasnodar, Leningrad, Tatarstan, Ryazan, Vladimir, Ulyanovsk, Ingushetia, Chuvash, Chechen, Kalmykia, Astrakhan, Tyva, Kaluga, Pskov, Mordovia, St. Petersburg, Chukotka, Yaroslavskaya	Саха (Якутия), Ямало-Ненецкий, Алтайский, Калмыкия, Ингушетия / Sakha (Yakutia), Yamalo-Nenets, Altai, Kalmykia, Ingushetia

ского населения от болезней органов дыхания, что в целом согласуется с отдельными тематическими исследованиями [21, 22]. Также подтверждается связь разности медико-демографических показателей и здравоохранительных факторов в условиях пандемии как на разномасштабных зарубежных моделях [23, 24], так и в России [25–27]. Поэтому важно рассматривать различия негативных тенденций распространения пневмоний как проявлений состоятельности и контролируемости региональных систем здравоохранения и общественного здоровья к кризисным ситуациям, вызванным внешними причинами эпидемиологического характера. Региональные различия в изменениях общей заболеваемости пневмониями, таким образом, могут служить определенным индикатором. Для предупреждения и противодействия значительных уровней заболеваемости и в последующем смертности от внебольничных и больничных пневмоний эффективные управленческие и медико-профилактические решения следует предпринимать с учетом различий ресурсов здравоохранения в регионах, а также локальных условий и возможностей медицинских организаций.

Не исключая важность медико-биологических и медико-санитарных детерминант, сложность территориальной дифференциации заболеваемости пневмониями в России определяется рядом иных фоновых условий и потенциальных факторов риска на региональном уровне. Во-первых, значимая роль сохраняется за демографическими особенностями различных территорий. Более высокая частота подверженности и неблагоприятных последствий развития пневмоний встречается среди жителей городов [4], а также в старшей возрастной группе населения [3]. В частности, выявлено, что доля умерших от последствий COVID-19 от общего числа смертей достигла максимальных значений в старших возрастных группах российского населения [28]. Во-вторых, актуальными остаются особенности социальных условий и статуса людей, входящих в группы риска. Прежде всего, это факторы, связанные с образом жизни, информированностью человека о рисках и последствиях заболевания пневмонией, необходимости вакцинации [2, 4]. В завершение имеются представления о значимости природно-экологических факторов среды проживания. Например, ранее было показано, что с учетом степени адаптированности населения погоднo-климатические факторы обуславливают особенности эпидемического процесса внебольничных пневмоний в различных регионах с экстремальными условиями среды [29]. В целом же погоднo-климатические условия определяют сезонность развития вирусных пневмоний. Данный тезис подтверждается выраженным сезонным характером частоты выявления респираторных вирусов у заболевших внебольничными пневмониями [9].

Наблюдаемые в до- и пандемийные периоды региональные тенденции общей заболеваемости

ти населения регионов России пневмониями, при учете ситуации в системе здравоохранения и общественного здоровья и иных потенциальных факторов риска, могут быть приняты во внимание при совершенствовании специализированной пульмонологической помощи и разработке стратегий адаптации к здравоохранительным кризисам на макро- и региональном уровнях. Дальнейший геоинформационный мониторинг и детализация представленных данных на модели конкретных регионов актуальны для предотвращения увеличения заболеваемости, последующих негативных медико-демографических и социальных процессов (нетрудоспособности, инвалидизации, сокращения продолжительности здоровой жизни, смертности), связанных с перенесением и осложнениями пневмоний. В настоящее время актуальными основными мерами остаются общая медицинская профилактика, массовая просветительская работа и вакцинация уязвимых групп населения, а также следование специалистам на местах утвержденным федеральным клиническим рекомендациям Российского респираторного общества⁴ и Национального научного общества инфекционистов⁵.

Заключение. В результате проведенного исследования получены новые сведения об изменении региональных различий общей заболеваемости взрослого населения пневмониями в России в 2017–2021 годах и сделаны следующие выводы.

1. На национальном уровне пневмонии показывали некоторый негативный тренд в динамике общей заболеваемости взрослого населения России в допандемийный период и значительно увеличили свою долю в структуре болезней органов дыхания в последующие годы пандемийного периода, что прежде всего связано с последствиями ухудшения эпидемиологической ситуации и широкого распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19.

2. На макрорегиональном уровне в пандемийный период ситуация по общей заболеваемости взрослого населения пневмониями обострилась во всех федеральных округах России. Значительный прирост общей заболеваемости (более 50 %) пришелся на федеральные округа европейской части России, в то время как в федеральных округах азиатской части России он был ниже (менее 50 %).

3. На межрегиональном уровне территориальная дифференциация России отличалась неравномерностью распространения пневмоний среди взрослого населения и в пандемийный период, в сравнении с допандемийным, она проявлялась изменением и еще большим усложнением. Темпы прироста общей заболеваемости увеличились во всех регионах за исключением 5 субъектов. Более выраженным ухудшением ситуации отличилась большая часть европейской территории России. Наихудшая ситуация с темпами прироста более 90 % зафиксирована в 6 регионах (Республики Мордовия, Коми, Карачаево-Черкесия, Курская,

⁴ Клинические рекомендации Российского респираторного общества (РРО). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://spulmo.ru/obrazovatelnye-resursy/federalnye-klinicheskie-rekomendatsii/> (дата обращения: 30.04.2024).

⁵ Клинические рекомендации Национального научного общества инфекционистов (НАСИБ). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://nnoi.ru/clinical-guid-approved> (дата обращения: 30.04.2024.).

Сахалинская и Орловская области). Наилучшая ситуация с отсутствием прироста выявлена в 5 преимущественно национальных регионах (Республики Саха (Якутия), Калмыкия, Ингушетия, Алтайский край, Ямало-Ненецкий автономный округ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Быстрицкая Е.В., Биличенко Т.Н. Анализ заболеваемости пневмониями взрослого и детского населения Российской Федерации за период 2010–2014 гг. // Пульмонология. 2017. № 2. С. 173–178. doi: 10.18093/0869-0189-2017-27-2-173-178
- Биличенко Т.Н., Быстрицкая Е.В., Чучалин А.Г., Белевский А.С., Батын С.З. Смертность от болезней органов дыхания в 2014–2015 гг. и пути ее снижения // Пульмонология. 2016. № 4. С. 389–397. doi: 10.18093/0869-0189-2016-26-4-389-397
- Биличенко Т.Н., Чучалин А.Г. Заболеваемость и смертность населения России от острых респираторных вирусных инфекций, пневмонии и вакцинопрофилактика // Терапевтический архив. 2018. № 1. С. 22–26. doi: 10.17116/terarkh201890122-26
- Быстрицкая Е.В., Биличенко Т.Н. Заболеваемость, инвалидность и смертность от болезней органов дыхания в Российской Федерации (2015–2019) // Пульмонология. 2021. № 5. С. 551–561. doi: 10.18093/0869-0189-2021-31-5-551-561
- Погорелов А.Р., Рябинина Л.И., Захарова О.М. География бронхолегочной заболеваемости населения в регионах России: мониторинг 2010–2019 годов // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 2. С. 298–310. doi: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-298-310
- Чучалин А.Г. Пневмония: актуальная проблема медицины XXI века // Терапевтический архив. 2016. № 3. С. 4–12. doi: 10.17116/terarkh20168834-12
- Aston SJ. Pneumonia in the developing world: Characteristic features and approach to management. *Respirology*. 2017;22(7):1276–1287. doi: 10.1111/resp.13112
- Ferkol T, Schraufnagel D. The global burden of respiratory disease. *Ann Am Thorac Soc*. 2014;11(3):404–406. doi: 10.1513/AnnalsATS.201311-405PS
- Авдеев С.Н., Дехнич А.В., Зайцев А.А. и др. Внебольничная пневмония: федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению // Пульмонология. 2022. № 3. С. 296–355. doi: 10.18093/0869-0189-2022-32-3-295-355
- Самойлов А.С., Удалов Ю.Д., Пустовойт В.И., Петрова М.С., Назарян С.Е. Анализ субъективной оценки качества жизни пациентов перенесших пневмонию, вызванную COVID-19 // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2020. № 4. С. 30–33. doi: 10.26269/46y3-bb59
- Малхазова С.М., Котова Т.В., Тикунов В.С. Картографирование динамики заболеваемости населения: подходы и новые решения // Геодезия и картография. 2015. № 10. С. 25–33.
- Kotova TV, Malkhazova SM, Tikunov VS, Bandrova TV. Visualization of public health dynamics. *Geography, Environment, Sustainability*. 2017;10(4):27–42. doi: 10.24057/2071-9388-2017-10-4-27-42
- Зубаревич Н.В. Влияние пандемии на социально-экономическое развитие и бюджеты регионов // Вопросы теоретической экономики. 2021. № 1. С. 48–60. doi: 10.24411/2587-7666-2021-10104
- Макаренцева А.О., Мкртчян Н.В., Зубаревич Н.В. Демографическая ситуация и социально-экономическое развитие регионов России в первой половине 2020 г. // Экономическое развитие России. 2020. № 10. С. 73–88.
- Хасанова Р.Р., Зубаревич Н.В. Рождаемость, смертность населения и положение регионов в начале второй волны пандемии // Экономическое развитие России. 2021. №1. С. 77–87.
- Земцов С.П., Бабуринов В.Л. COVID-19: пространственная динамика и факторы распространения по регионам России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. № 4. С. 485–505. doi: 10.31857/S2587556620040159
- Панин А.Н., Рыльский И.А., Тикунов В.С. Пространственные закономерности распространения пандемии COVID-19 в России и мире: картографический анализ // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2021. № 1. С. 62–77.
- Baklanov AA, Chubarova NE, Kolosov VA, Malkhazova SM, Porfiriev BN. Introduction to geography of COVID-19 pandemic: Environmental issues, public health and socio-economic consequences. *Geography, Environment, Sustainability*. 2021;14(4):105–108. doi: 10.24057/2071-9388-2021-044
- Metersky ML. Should management of pneumonia be an indicator of quality of care? *Clin Chest Med*. 2011;32(3):575–589. doi: 10.1016/j.ccm.2011.05.005
- Практическая демография. Под ред. Л.Л. Рыбаковского. М.: ЦСП, 2005. 280 с.
- Горошко Н.В., Пацала С.В. Избыточная смертность в период пандемии COVID-19: регионы России на фоне страны // Социально-трудовые исследования. 2022. № 1. С. 103–116.
- Кваша Е.А., Харькова Т.Л. Пандемия COVID-19 и смертность от основных причин смерти в регионах Российской Федерации в 2020 году // Региональные исследования. 2022. № 4. С. 61–75. doi: 10.5922/1994-5280-2022-4-6
- Breitenbach MC, Ngobeni V, Aye GC. Global healthcare resource efficiency in the management of COVID-19 death and infection prevalence rates. *Front Public Health*. 2021;9:638481. doi: 10.3389/fpubh.2021.638481
- Cuadros DF, Xiao Y, Mukandavire Z, et al. Spatiotemporal transmission dynamics of the COVID-19 pandemic and its impact on critical healthcare capacity. *Health Place*. 2020;64:102404. doi: 10.1016/j.healthplace.2020.102404
- Власова О.В. Финансовое обеспечение здравоохранения в рамках борьбы с распространением COVID-19 // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. №8. С. 46–52.
- Руднева О.С., Соколов А.А. Готовность регионов России к пандемии COVID-19 на основе демографической устойчивости и развития системы здравоохранения // Народонаселение. 2023. № 1. С. 160–171. doi: 10.19181/population.2023.26.1.13
- Степанов В.С. Зависимость уровня смертности в регионах от распространенности активных носителей SARS-CoV-2 и ресурсов организаций здравоохранения // Анализ риска здоровью. 2020. № 4. С. 12–22. doi: 10.21668/health.risk/2020.4.02
- Горошко Н.В., Пацала С.В. Избыточная смертность пожилого населения России в условиях COVID-19 // Социальное пространство. 2022. № 1. С. 1–19. doi: 10.15838/sa.2022.1.33.1
- Рахманов Р.С., Потехина Н.Н., Гришин И.А. и др. Эпидемиологические особенности внебольничных пневмоний в экстремальных природно-климатических условиях // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 4. С. 53–56. doi: 10.35627/2219-5238/2017-289-4-53-56

REFERENCES

- Bystritskaya EV, Bilichenko TN. An analysis of pneumonia morbidity in adults and children at Russian Federation, 2010–2014. *Pulmonologiya*. 2017;27(2):173–178. (In Russ.) doi: 10.18093/0869-0189-2017-27-2-173-178
- Bilichenko TN, Bystritskaya EV, Chuchalin AG, Belevskiy AS, Batyn SZ. Mortality of respiratory disease in 2014–2015 and ways of its improvement. *Pulmonologiya*. 2016;26(4):389–397. (In Russ.) doi: 10.18093/0869-0189-2016-26-4-389-397
- Bilichenko TN, Chuchalin AG. Morbidity and mortality of the Russian population from acute respiratory viral infections, pneumonia and vaccination. *Terapevticheskiy Arkhiv*. 2018;90(1):22–26. (In Russ.) doi: 10.17116/terarkh201890122-26

4. Bystritskaya EV, Bilichenko TN. The morbidity, disability, and mortality associated with respiratory diseases in the Russian Federation (2015–2019). *Pulmonologiya*. 2021;31(5):551–561. (In Russ.) doi: 10.18093/0869-0189-2021-31-5-551-561
5. Pogorelov AR, Ryabinina LI, Zakharova OM. Geography of bronchopulmonary diseases in the regions of Russia: Monitoring from 2010 to 2019. *InterCarto. InterGIS*. 2022;28(2):298–310. (In Russ.) doi: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-298-310
6. Chuchalin AG. Pneumonia: The urgent problem of 21st century medicine. *Terapevticheskiy Arkhiv*. 2016;88(3):4–12. (In Russ.) doi: 10.17116/terarkh20168834-12
7. Aston SJ. Pneumonia in the developing world: Characteristic features and approach to management. *Respirology*. 2017;22(7):1276–1287. doi: 10.1111/resp.13112
8. Ferkol T, Schraufnagel D. The global burden of respiratory disease. *Ann Am Thorac Soc*. 2014;11(3):404–406. doi: 10.1513/AnnalsATS.201311-405PS
9. Avdeev SN, Dekhnich AV, Zaytsev AA, et al. Federal guidelines on diagnosis and treatment of community-acquired pneumonia. *Pulmonologiya*. 2022;32(3):295–355. (In Russ.) doi: 10.18093/0869-0189-2022-32-3-295-355
10. Samoilov AS, Udalov YD, Pustovoy VI, Petrova MS, Nazaryan SE. Analysis of the subjective assessment of the quality of life of patients with pneumonia caused by COVID-19. *Kremlevskaya Meditsina. Klinicheskiy Vestnik*. 2020;(4):30–33. (In Russ.) doi: 10.26269/46y3-bb59
11. Malkhazova SM, Kotova TV, Tikunov VS. Mapping of the dynamics of population morbidity: Approachs and new decisions. *Geodeziya i Kartografiya*. 2015;(10):25–33. (In Russ.)
12. Kotova TV, Malkhazova SM, Tikunov VS, Bandrova TV. Visualization of public health dynamics. *Geography, Environment, Sustainability*. 2017;10(4):27–42. doi: 10.24057/2071-9388-2017-10-4-27-42
13. Zubarevich NV. Influence the pandemic at socio-economic development and regional budgets. *Voprosy Teoreticheskoy Ekonomiki*. 2021;(1(10)):48–60. (In Russ.) doi: 10.24411/2587-7666-2021-10104
14. Makarentseva AO, Mkrtchyan NV, Zubarevich NV. Demographic situation and socio-economic development of Russian regions in the first half of 2020. *Russian Economic Development*. 2020;27(10):73–88. (In Russ.)
15. Khasanova RR, Zubarevich NV. Birth rate, mortality and situation of regions at the onset of the second wave of pandemic. *Russian Economic Developments*. 2021;28(1):77–87. (In Russ.)
16. Zemtsov SP, Baburin VL. COVID-19: Spatial dynamics and diffusion factors across Russian regions. *Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2020;(4):485–505. (In Russ.) doi: 10.31857/S2587556620040159
17. Panin AN, Rilskiy IA, Tikunov VS. Spatial patterns of COVID-19 distribution in Russia and the world: Cartographic analysis. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5: Geografiya*. 2021;(1):62–77. (In Russ.)
18. Baklanov AA, Chubarova NE, Kolosov VA, Malkhazova SM, Porfiriev BN. Introduction to geography of COVID-19 pandemic: Environmental issues, public health and socio-economic consequences. *Geography, Environment, Sustainability*. 2021;14(4):105–108. doi: 10.24057/2071-9388-2021-044
19. Metersky ML. Should management of pneumonia be an indicator of quality of care? *Clin Chest Med*. 2011;32(3):575–589. doi: 10.1016/j.ccm.2011.05.005
20. Rybakovsky LL, ed. [Practical Demography.] Moscow: CSP; 2005. (In Russ.)
21. Goroshko NV, Patsala SV. Excess mortality during the COVID-19 pandemic: Russian regions against the backdrop of the country. *Sotsial'no-Trudovye Issledovaniya*. 2022;(1(46)):103–116. (In Russ.) doi: 10.34022/2658-3712-2022-46-1-103-116
22. Kvasha EA, Kharkova TL. COVID-19 pandemic and mortality by main causes of death in regions of the Russian Federation in 2020. *Regional'nye Issledovaniya*. 2022;(4(78)):61–75. (In Russ.) doi: 10.5922/1994-5280-2022-4-6
23. Breitenbach MC, Ngobeni V, Aye GC. Global healthcare resource efficiency in the management of COVID-19 death and infection prevalence rates. *Front Public Health*. 2021;9:638481. doi: 10.3389/fpubh.2021.638481
24. Cuadros DF, Xiao Y, Mukandavire Z, et al. Spatiotemporal transmission dynamics of the COVID-19 pandemic and its impact on critical healthcare capacity. *Health Place*. 2020;64:102404. doi: 10.1016/j.healthplace.2020.102404
25. Vlasova OV. Financing health care in the framework of the fight against the spread of COVID-19. *Vestnik Altaiskoy Akademii Ekonomiki i Prava*. 2022;(8-1):46–52. (In Russ.) doi: 10.17513/vaael.2345
26. Rudneva OS, Sokolov AA. Analysis of the readiness of Russian regions for the COVID-19 pandemic based on demographic sustainability and development of the healthcare system. *Narodonaselenie*. 2023;26(1):160–171. (In Russ.) doi: 10.19181/population.2023.26.1.13
27. Stepanov VS. Dependence between mortality in regions and prevalence of active SARS-COV-2 carriers and resources available to public healthcare organizations. *Health Risk Analysis*. 2020;(4):12–23. doi: 10.21668/health.risk/2020.4.02.eng
28. Goroshko NV, Patsala SV. Excess mortality in the elderly population of Russia under the COVID-19 pandemic. *Sotsial'noe Prostranstvo*. 2022;8(1):1. (In Russ.) doi: 10.15838/sa.2022.1.33.1
29. Rakhmanov RS, Potekhina NN, Grishin IA, et al. Epidemiological features of community-acquired pneumonia under extreme natural-climatic conditions. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017;(4(289)):53–56. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2017-289-4-53-56

Сведения об авторе:

✉ **Погорелов** Артур Русланович – научный сотрудник лаборатории социальной и медицинской географии; e-mail: pogorelov_ar@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7682-571X>.

Информация о вкладе автора: автор берет на себя единоличную 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 проведено в рамках темы госзадания Минобрнауки РФ № 122020900189-0 (раздел 3).

Конфликт интересов: автор декларирует отсутствие конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Статья получена: 09.05.24 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликована: 28.06.24

Author information:

✉ **Artur R. Pogorelov**, Researcher, Laboratory of Social and Medical Geography; e-mail: pogorelov_ar@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7682-571X>.

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

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The study was carried out within the framework of the topic of the state task by the Russian Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 122020900189-0 (Section 3).

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

Received: May 9, 2024 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024



Частота встречаемости патологических изменений на рентгенограммах органов грудной клетки: анализ текстовых протоколов в масштабах мегаполиса

Ю.А. Васильев^{1,2}, Л.Д. Пестренин¹, Д.А. Румянцев^{1,3}, В.П. Новик¹, К.М. Арзамасов¹

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

² ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова»
Минздрава России, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117513, Российская Федерация

³ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия»,
ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1А, г. Москва, 121359, Российская Федерация

Резюме

Введение. Для достижения наибольших показателей диагностической точности ИИ-сервисов для лучевой диагностики необходимо их тестирование и валидация на наборах данных, в которых учтен баланс классов различных патологических признаков. Обеспечить создание таких наборов данных возможно лишь при наличии информации о частоте встречаемости патологических признаков в практическом здравоохранении.

Цель исследования: определить частоту встречаемости отдельных патологических признаков на рентгенограммах органов грудной клетки на больших данных системы здравоохранения российского мегаполиса.

Материалы и методы. Обсервационное многоцентровое ретроспективное выборочное исследование. В Едином радиологическом информационном сервисе Единой медицинской информационно-аналитической системы города Москвы было найдено 562 077 текстовых протоколов описаний рентгенограмм органов грудной клетки, которые далее были проанализированы и автоматически размечены с помощью инструмента Medlabel. Временной период, в который были выполнены исследования: с 18.02.2021 по 11.06.2021. Обработка результатов выполнялась в Microsoft Excel и с помощью языка программирования Python 3.9. Различия между группами оценивались с помощью критерия хи-квадрат.

Результаты. Среди всех проанализированных протоколов самым часто встречающимся патологическим признаком была кардиомегалия (12,23 %), тогда как остальные патологические признаки встречались не более чем в 3,0 % случаев. Среди всех исследований с патологическими признаками большинство исследований (79,60 %) содержали только один признак. Среди них самым распространенным признаком была кардиомегалия (80,78 %). Среди протоколов с двумя и более патологическими признаками кардиомегалия встречалась только в 43,36 % случаев, тогда как преобладающими по частоте признаками были очаги затемнения (64,98 %) и инфильтрация/консолидация (64,50 %).

Заключение. Доля протоколов с патологическими признаками составила 16,7 %. По частоте встречаемости на первом месте находится кардиомегалия, на втором – очаги затемнения, на третьем – инфильтрация/консолидация. При этом частота встречаемости отдельных патологических признаков значительно различалась в исследованиях с одним и несколькими (двумя и более) патологическими признаками, что необходимо учитывать при обучении и тестировании ИИ-сервисов.

Ключевые слова: массовая рентгенография грудной клетки, диагностическая визуализация, кардиомегалия, искусственный интеллект, эпидемиология.

Для цитирования: Васильев Ю.А., Пестренин Л.Д., Румянцев Д.А., Новик В.П., Арзамасов К.М. Частота встречаемости патологических изменений на рентгенограммах органов грудной клетки: анализ текстовых протоколов в масштабах мегаполиса // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 17–25. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-17-25

Frequency of Abnormal Findings on Chest Radiographs: Analysis of Chest X-Ray Reports in the Metropolis

Yuriy A. Vasilev,^{1,2} Lev D. Pestrenin,¹ Denis A. Rumyantsev,^{1,3} Vladimir P. Novik,¹ Kirill M. Arzamasov¹

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

² N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanov Street, Moscow, 117513, Russian Federation

³ Central State Medical Academy of the Department of Presidential Affairs, Bldg 1A, 19 Marshal Timoshenko Street, Moscow, 121359, Russian Federation

Summary

Introduction: To achieve the highest diagnostic accuracy of AI services in radiology, it is necessary to test and validate them on data sets that consider the balance of classes of various abnormalities. Information about the frequency of abnormal findings in practical healthcare is essential for creation of such datasets.

Objective: To establish the frequency of chest X-ray abnormalities using big data from the healthcare system of a Russian metropolis.

Materials and methods: We conducted an observational multicenter retrospective sample study by retrieving 562,077 chest X-ray reports dated February 18, 2021 to June 11, 2021 from the Unified Radiological Information Service of the Unified Medical Information Analysis System of the city of Moscow, which were then analyzed and automatically labeled using the Medlabel tool. The results were processed in Microsoft Excel and using the Python 3.9 programming language. Group differences were determined using the chi-square test.

Results: Among all analyzed reports, cardiomegaly was the most frequent abnormal finding (12.23 %), while the proportion of other abnormalities did not exceed 3.0 %. Among all abnormal chest X-rays, 79.60 % showed only one abnormality with cardiomegaly found in 80.78 % of cases. Among the reports with two or more abnormal findings, cardiomegaly was detected in only 43.36 % of cases, whereas opacities (64.98 %) and infiltration/consolidation (64.50 %) prevailed.

Conclusions: The proportion of abnormal chest X-rays was 16.7 %. In terms of the frequency of occurrence, cardiomegaly ranked first followed by focal pulmonary opacity and infiltration/consolidation. It is worth noting that the frequency of certain types of abnormalities varied significantly between the tests with one and several (two or more) abnormal findings, which should be taken into account when training and testing AI services.

Keywords: mass chest X-ray screening, diagnostic imaging, cardiomegaly, artificial intelligence, epidemiology.

Cite as: Vasilev YuA, Pestrenin LD, Rumyantsev DA, Novik VP, Arzamasov KM. Frequency of abnormal findings on chest radiographs: Analysis of chest X-ray reports in the metropolis. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):17–25. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-17-25

Введение. Рентгенография по-прежнему остается наиболее часто используемым методом диагностики различных заболеваний органов грудной клетки [1]. После вспышки коронавирусной инфекции 2019 года (COVID-19) произошло значительное увеличение количества рентгенографических исследований, что привело к перегрузке врачей-рентгенологов. Другой причиной увеличения числа исследований становится постоянно растущее население [2]. Для решения этой и ряда других проблем в здравоохранении было создано большое количество диагностических моделей искусственного интеллекта. Они продемонстрировали хорошие результаты в выявлении COVID-19, злокачественных новообразований (ЗНО), туберкулеза и других заболеваний органов грудной клетки, сопоставимые с результатами врачей-рентгенологов [3–5].

На сегодня оптимальными для применения в практическом здравоохранении представляются мультиклассовые ИИ-сервисы, которые способны определять на РГ ОГК все значимые с клинической точки зрения патологические изменения [6].

Одной из проблем, препятствующих достижению высокой диагностической точности такими ИИ-сервисами, является дефицит правильно собранных наборов данных для использования на этапах тестирования и валидации [7]. Баланс классов в таких наборах данных должен соответствовать балансу в реальной клинической практике [8, 9], что приводит к увеличению объема набора данных для репрезентативной оценки. С другой стороны, это позволит сделать результаты работы ИИ-сервисов на потоке РГ ОГК более предсказуемыми за счет одинакового баланса классов на этапах валидации, тестирования и работы на реальном потоке данных.

Обеспечить создание наборов данных с правильным балансом классов возможно лишь при наличии информации о частоте встречаемости патологических изменений на РГ ОГК в практическом здравоохранении.

Помимо этого, данные о частоте встречаемости патологических изменений в совокупности с информацией об их клинической значимости могут позволить принимать более обоснованные организационные решения относительно необходимости использования ИИ-сервисов с целью обнаружения того или иного вида патологии. Представляется очевидным, что использование ИИ-сервисов нецелесообразно для обнаружения редких и клинически незначимых изменений на РГ ОГК.

Также данные о частоте встречаемости патологических изменений на рентгенограммах органов грудной клетки могут стать новым источником достоверной статистической информации о распространенности отдельных признаков заболеваний, для которых эти патологические изменения характерны [10]. Такой подход к использованию

информации из протоколов лучевых исследований уже был разработан и апробирован для компьютерной томографии [11].

В отечественной и зарубежной литературе нам удалось найти только одно масштабное исследование, посвященное изучению частоты встречаемости различных патологических изменений на РГ ОГК в Японии [12].

Цель исследования – определить частоту встречаемости отдельных патологических признаков на рентгенограммах органов грудной клетки на больших данных системы здравоохранения российского мегаполиса.

Материалы и методы. Обсервационное многоцентровое ретроспективное выборочное исследование. В качестве источника данных использована выгрузка текстовых протоколов описаний рентгенограмм органов грудной клетки в Едином радиологическом информационном сервисе (ЕРИС) Единой медицинской информационно-аналитической системы (ЕМИАС) города Москвы. Для анализа текстов использовался инструмент Medlabel¹, в основе которого лежит принцип «мешка слов» [13]. Medlabel – программа, предназначенная для интеллектуализированного анализа протоколов медицинских исследований, включающая текстовые описания и заключения медицинских исследований и дистанционного контроля качества результатов лучевой диагностики. Точность инструмента Medlabel для разметки протоколов описания рентгенограмм органов грудной клетки составляет 0,912, чувствительность – 1,000, специфичность – 0,844 [14].

Поиск протоколов выполнялся по ключевым словам, характерным для 12 наиболее значимых патологических признаков, которые могут быть обнаружены на рентгенограмме органов грудной клетки: плевральный выпот, пневмоторакс, очаг затемнения, инфильтрация/консолидация, диссеминация, полость, ателектаз, кальцинат, расширение средостения, кардиомегалия, перелом ребра, консолидированный перелом.

Под патологическим признаком подразумевается изменение на рентгенограмме, которое указывает на наличие заболевания или повреждения тканей и которое описывает врач-рентгенолог в протоколе при обнаружении.

Также был выполнен поиск протоколов по ключевым словам, характерным для наиболее значимых инфекционных заболеваний, для диагностики которых используется рентгенография органов грудной клетки: пневмонии и туберкулеза легких.

При обнаружении Medlabel языковых паттернов, соответствующих вышеперечисленным патологическим признакам, выполнялась автоматизированная разметка текстовых протоколов исследований. Исследования, в которых искомые рентгенологические признаки не были найдены, относились к категории

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020664321 Российская Федерация. MedLabel – автоматизированный анализ медицинских протоколов : № 2020663035 : заявл. 27.10.2020 : опубл. 11.11.2020 / С. П. Морозов, А. Е. Андрейченко, Ю. С. Кирпичев [и др.] ; заявитель государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»).

исследований «без патологических признаков». Аналогичный анализ был выполнен для нозологий.

Критерии включения протоколов описаний в исследование были следующие:

1. Модальность: рентгенография и флюорография²;
2. Возраст пациента: 18 лет и старше;
3. Временной период, в который были выполнены исследования: с 18.02.2021 по 11.06.2021.

Объекты (участники) исследования: было проанализировано 562 077 текстовых протоколов. В их формировании участвовали 837 врачей-рентгенологов из 245 медицинских организаций города Москвы.

Среди обследованных 62,8 % составили женщины, 37,2 % – мужчины. Средний возраст обследованных $52,9 \pm 18,5$ года.

Обработка результатов выполнялась в Microsoft Excel и с помощью языка программирования Python 3.9. Различия между группами оценивались с помощью критерия хи-квадрат.

Поскольку данные были взяты за неполные 4 месяца, мы на основе имеющихся данных построили прогноз количества исследований с пневмонией и туберкулезом на 2021 год, а затем рассчитали показатель заболеваемости на 100 тысяч взрослого населения города Москвы.

Результаты.

Анализ частоты встречаемости патологических признаков на всей выборке

Доля протоколов, в которых присутствовало упоминание хотя бы об одном патологическом признаке составила 16,7 % (93 998 протоколов из 562 077).

Большинство исследований с патологическими признаками (79,6 %) содержали только один патологический признак. Менее 1,5 % исследований содержали 4, 5, 6 или 7 патологических признаков (рис. 1).

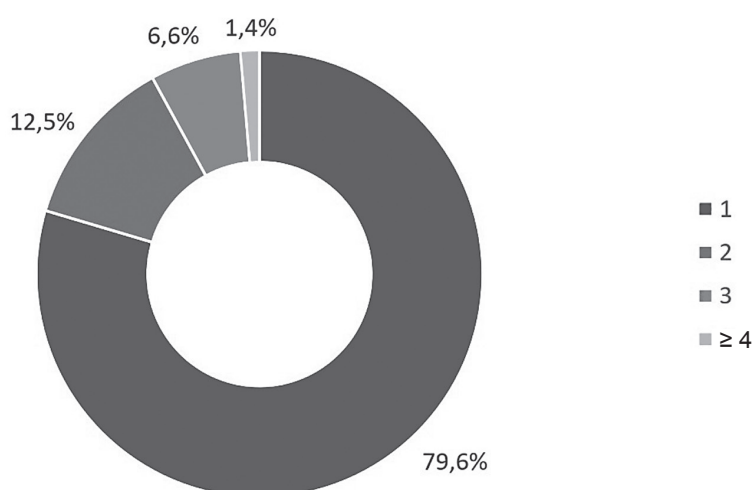


Рис. 1. Структура исследований с признаками патологии в зависимости от количества признаков, приходящихся на одно изображение

Fig. 1. Distribution of chest radiographs showing abnormal findings by the number of abnormalities per image

² В настоящее время в большинстве медицинских организаций используется метод рентгенографии органов грудной клетки. Однако термин «флюорография» по-прежнему сохраняется в нормативно-правовых актах, обозначая скрининговое профилактическое исследование органов грудной клетки. Далее по тексту используется термин «рентгенография» применительно ко всем включенным в анализ исследованиям (профилактическим и диагностическим).

Таблица 1. Доля исследований с конкретными патологическими признаками в общей массе исследований, а также среди исследований только с патологическими признаками**Table 1. The proportion of chest X-rays showing specific abnormalities of the total number of tests and of those with abnormal findings**

Патологический признак / Abnormality	Число протоколов с данным патологическим признаком / Chest X-ray reports with this abnormal finding, n	Доля среди всех протоколов / Proportion of all reports, %	Доля среди протоколов только с патологическими признаками / Proportion of all reports with abnormal findings, %
Кардиомегалия / Cardiomegaly	68750	12,23	73,14
Очаг затемнения / Focal opacity	15642	2,78	16,64
Инфильтрация/консолидация / Infiltration/Consolidation	14623	2,60	15,56
Плевральный выпот / Pleural effusion	9140	1,63	9,72
Кальцинат / Calcification	5833	1,04	6,21
Консолидированный перелом ребра / Consolidated rib fracture	2402	0,43	2,56
Пневмоторакс / pneumothorax	1963	0,35	2,09
Перелом ребра / Rib fracture	1250	0,22	1,33
Расширение средостения / Mediastinal widening	1180	0,21	1,26
Ателектаз / Atelectasis	1118	0,20	1,19
Диссеминация / Dissemination	148	0,03	0,16
Полость / Cavity	54	0,01	0,06

Таблица 2. Доля конкретных патологических признаков среди протоколов с 1 и несколькими (двумя и более) патологическими признаками**Table 2. The share of specific abnormalities among chest X-ray reports with one and several (two or more) abnormalities**

Патологический признак / Abnormality	Протоколы с 1 патологическим признаком / Chest X-ray reports with one abnormality, n = 74800		Протоколы с 2 и более патологическими признаками / Chest X-ray reports with ≥ 2 abnormalities, n = 19198		p
	n	%	n	%	
Очаг затемнения / Focal opacity	3167	4,23	12475	64,98	< 0,0001
Инфильтрация/консолидация / Infiltration/consolidation	2240	2,99	12383	64,50	< 0,0001
Кардиомегалия / Cardiomegaly	60426	80,78	8324	43,36	< 0,0001
Плевральный выпот / Pleural effusion	1904	2,55	7236	37,69	< 0,0001
Кальцинат / Calcification	3673	4,91	2160	11,25	< 0,0001
Пневмоторакс / Pneumothorax	541	0,72	1422	7,41	< 0,0001
Расширение средостения / Mediastinal widening	277	0,37	903	4,70	< 0,0001
Ателектаз / Atelectasis	244	0,33	874	4,55	< 0,0001
Консолидированный перелом ребра / Consolidated rib fracture	1664	2,22	738	3,84	< 0,0001
Перелом ребра / Rib fracture	630	0,84	620	3,23	< 0,0001
Диссеминация / Dissemination	23	0,03	125	0,65	< 0,0001
полость / Cavity	11	0,01	43	0,22	< 0,0001

Частота встречаемости различных пар патологических признаков в протоколах с несколькими (двумя и более) патологическими признаками

Далее были проанализированы 19 198 исследований, которые содержали два и более патологических признака, с целью установить частоту встречаемости различных пар патологических признаков (рис. 2).

Среди исследований, которые содержали два и более патологических признака, чаще всего встречалось сочетание очагов затемнения и инфильтрации/консолидации (55,18 %). Чуть реже – в одной пятой

случаев – наблюдалось сочетание плеврального выпота и инфильтрации/консолидации (21,83 %), а также плеврального выпота и очагов затемнения (21,79 %).

Что касается другой патологии, то инфильтрация/консолидация, очаги затемнения и плевральный выпот чаще всего сочетались с кардиомегалией (17,91, 17,56 и 14,08 % протоколов соответственно).

Протоколы с описанием пневмонии и туберкулеза

Среди всех изученных протоколов доля протоколов с описанием пневмонии составила 1,67 %, тогда

как туберкулеза – 0,47 % (9397 и 2620 протоколов из 562 077 соответственно).

Показатель заболеваемости пневмонией с учетом имеющихся данных о количестве соответствующих протоколов и данных прогноза в 2021 году составил 457,1 на 100 тысяч взрослого населения. Заболеваемость туберкулезом, рассчитанная аналогичным способом, составила 67,6 на 100 тысяч взрослого населения.

Обсуждение. Согласно полученным данным, доля протоколов, в которых присутствовало упоминание хотя бы об одном патологическом признаке, составила 16,7 %.

В исследовании Twabi НН и соавт., выполненном на 13,5 тысячах РГ ОГК взрослых, было показано, что в Блантайре (Малави, Восточная Африка) частота встречаемости патологии составляет 5 %. По нашему мнению, это обусловлено тем, что в своем исследовании авторы учитывали наличие только следующих патологических признаков и нозологий: кардиомегалия, туберкулез, плевральный выпот, пневмония и хроническая обструктивная болезнь легких [15].

В исследовании Watanabe Y и соавт., выполненном на более чем 8,5 млн РГ ОГК, было установлено, что частота встречаемости патологии при

скрининговой рентгенографии органов грудной клетки в Японии составляет 8,2 % [16]. Полагаем, что более низкий процент патологии в данном исследовании по сравнению с нашим также обусловлен меньшим количеством патологических признаков и нозологий, включенных авторами в исследование. В исследование были включены только туберкулез, образования, эмфизема, нетуберкулезный микобактериоз, опухоли средостения, саркоидоз, легочный фиброз, аневризма аорты, интерстициальная пневмония и некоторые другие редко встречающиеся нозологии.

Таким образом, можно предположить, что доля РГ ОГК с патологическими признаками среди всех исследований напрямую зависит от количества включенных в анализ патологических признаков и их распространенности среди населения.

Интересно также сравнение частоты встречаемости отдельных патологических признаков. Так, например, в нашем исследовании кардиомегалия наблюдалась у 12,23 % обследованных, тогда как в исследовании Twabi НН и соавт. – у 20,7 % [15]. Причиной данного расхождения может быть как разный объем выборок, так и разная частота сердечно-сосудистой патологии среди населения анализируемых стран. Однако, по нашему мнению,

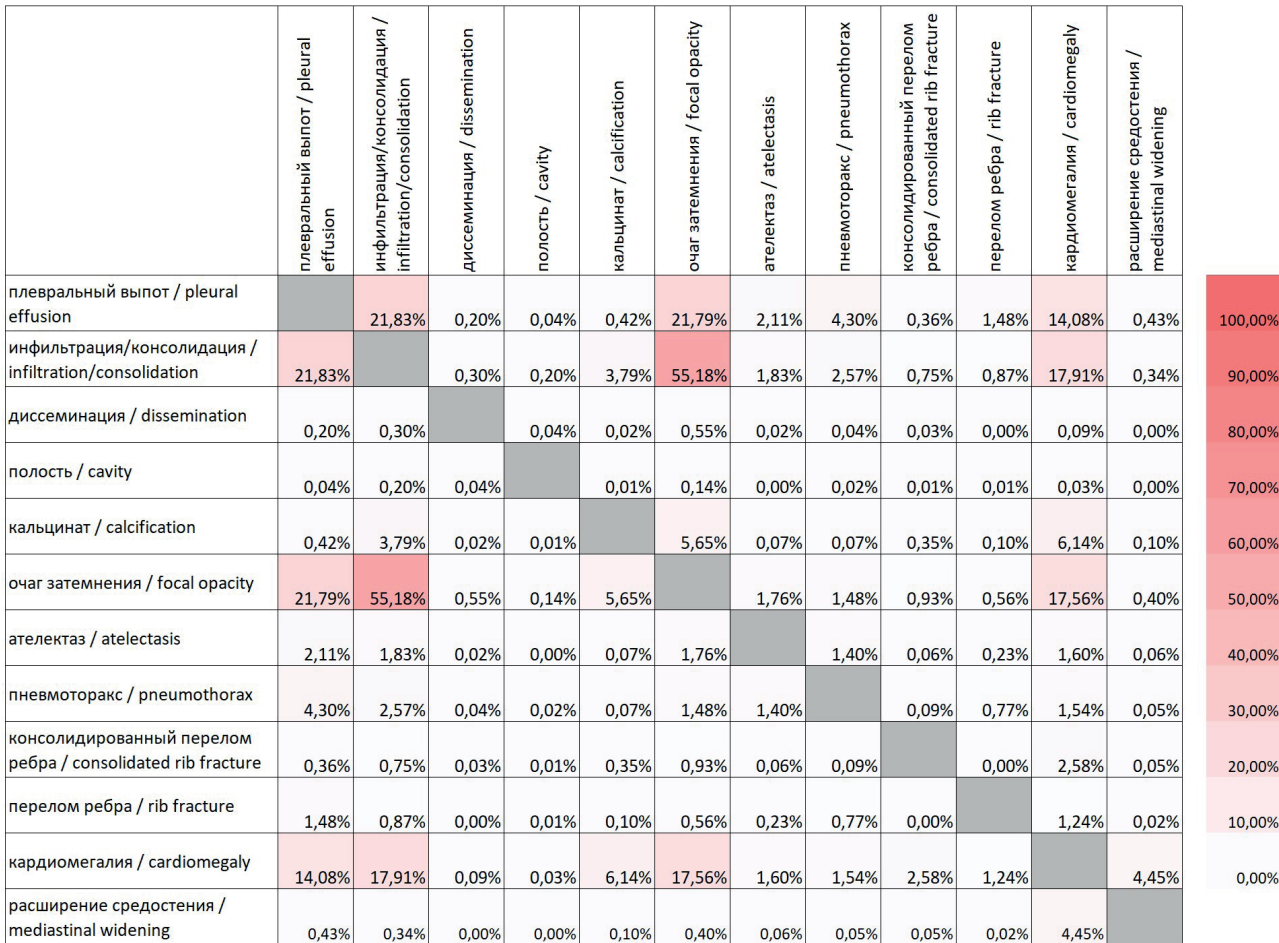


Рис. 2. Тепловая карта протоколов, содержавших два и более патологических признака. На пересечении строк и столбцов указана доля исследований, которые содержали соответствующие пары патологических признаков

Fig. 2. The heat map of chest X-ray reports with two or more abnormalities. The intersection of rows and columns shows the share of reports with the corresponding pairs of abnormalities

к оценке частоты встречаемости кардиомегалии на РГ ОГК следует подходить очень осторожно, поскольку было показано, что чувствительность рентгенографии для выявления кардиомегалии составляет лишь 34,0–40,0 %, а специфичность – 84,5–91,0 % [17, 18].

Отдельного внимания заслуживают полученные оценки распространенности пневмонии и туберкулеза.

В исследовании Twabi НН и соавт. частота встречаемости пневмонии составила 2,6 %, что несколько выше полученных нами 1,67 % [15]. В исследовании Watanabe Y. и соавт. частота встречаемости пневмонии оказалась несоизмеримо мала (24 случая из 8,5 млн), что обусловлено включением в исследование только скрининговых РГ ОГК [16].

Согласно официальной статистической отчетности [19], в Москве в 2021 году заболеваемость пневмонией составила 307,1 на 100 тысяч взрослого населения³. Полученное на основе количества протоколов с описанием пневмонии значение распространенности данного заболевания составило 457,1 на 100 тысяч взрослого населения. Такое расхождение может быть обусловлено тем, что в ряде случаев пациентам выполняется «контрольное» рентгенографическое исследование, на котором могут сохраняться признаки пневмонии. Если данное предположение верно, то в среднем на каждого пациента с пневмонией приходилось 1,5 рентгенографического исследования. В целом это соответствует стандартам оказания медицинской помощи, согласно которым усредненный показатель частоты предоставления рентгенографии для диагностики пневмонии составляет 0,9, тогда как для лечения заболевания, состояния и контроля за лечением – до 0,8 в зависимости от вида рентгенографии при усредненном показателе кратности применения, равном 1,0⁴.

Согласно официальной статистической отчетности, в России в 2021 году заболеваемость туберкулезом составила 36,9 на 100 тысяч взрослого населения⁵. Показатель заболеваемости взрослого населения Москвы туберкулезом в открытых статистических отчетах отсутствует, однако известно, что число пациентов всех возрастов с впервые в жизни установленным диагнозом туберкулеза в 2021 году в Москве составило 20,0 на 100 тысяч населения⁶. Полученный в нашем исследовании показатель распространенности туберкулеза 67,6 на 100 тысяч взрослого населения превышает эти значения в 1,8–3,4 раза.

По нашему мнению, сопоставление распространенности туберкулеза по данным рентгенологических исследований с данными статистической отчетности представляется трудноосуществимой задачей по ряду причин. Во-первых, отчетность содержит информацию только об активных формах туберкулеза, тогда как обследование проходят

все пациенты независимо от формы заболевания. Во-вторых, пациенты с туберкулезом могут проходить более одного рентгенологического исследования ОГК в течение года. В-третьих, на основании одних только рентгенологических признаков невозможно поставить данный диагноз, поэтому в протоколах врачи сообщают о подозрении на туберкулез, которое в дальнейшем может быть подтверждено или опровергнуто с помощью других методов лабораторно-инструментального обследования.

В целом для уточнения прогнозных данных необходимы дальнейшие исследования по оценке реального количества рентгенограмм с пневмонией и туберкулезом, выполненных в течение календарного года.

В нашем исследовании большинство протоколов с информацией о наличии патологических признаков (79,6 %) содержали только один патологический признак. Из них в большинстве случаев обнаруживалась кардиомегалия (80,78 %), иными словами – патологический признак, который имеет небольшую клиническую ценность.

Протоколы с двумя патологическими признаками и более составили около 1/5 (20,4 %) среди всех исследований с патологическими признаками. В отличие от исследований с одним патологическим признаком, в этой группе самыми частыми патологическими признаками были очаг затемнения (64,98 %) и инфильтрация/консолидация (64,50 %), тогда как кардиомегалия встречалась лишь в 43,36 % случаев.

По нашему мнению, практическое значение может иметь самое частое сочетание патологических признаков: очагов затемнения и инфильтрации/консолидации (55,18 % среди исследований с двумя патологическими признаками и более). С учетом частоты встречаемости этих патологических признаков вместе и по отдельности приходим к выводу, что 67,72 % изображений с очагами затемнения содержали также признаки инфильтрации. Эти изменения необходимо дифференцировать между собой, а их одновременное присутствие на изображении может затруднять работу ИИ-сервисов.

Менее частыми, но не менее значимыми сочетаниями оказались «плевральный выпот + инфильтрация/консолидация» (21,83 %) и «плевральный выпот + очаги затемнения» (21,79 %).

Известно, что чувствительность и специфичность ИИ-сервисов при проспективной оценке оказывается ниже, чем при ретроспективной [20]. На наш взгляд, одной из причин этого расхождения может являться использование изображений только с одним патологическим признаком (например, только с очагами или только с инфильтрацией) для обучения и тестирования ИИ-сервисов.

³ Общая заболеваемость взрослого населения России в 2021 году: статистические материалы / Е.Г. Котова, О.С. Кобякова, Г.А. Александрова и др. М.: ЦНИИОИЗ Минздрава России, 2022. 164 с.

⁴ Приказ Минздрава России от 20.12.2012 № 1213н «Об утверждении стандарта первичной медико-санитарной помощи при пневмонии».

⁵ Заболеваемость туберкулезом, на 100 000 человек. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721>. (дата обращения 02.04.2024).

⁶ Социально значимые заболевания населения России в 2021 году: статистические материалы / Е.Г. Котова, О.С. Кобякова, В.И. Стародубов и др. М.: ЦНИИОИЗ Минздрава России, 2022. 77 с.

В связи с вышеизложенным можно предположить, что создание наборов данных с учетом представленной частоты встречаемости патологических признаков на РГ ОГК позволит обеспечить большее соответствие параметров диагностической точности ИИ-сервисов при ретроспективных и проспективных исследованиях [20].

Ограничения исследования. Выполнен поиск только 12 патологических признаков и двух нозологий.

Перспективы исследования

1. Определение частоты встречаемости патологических изменений по данным исследований других модальностей и анатомических областей.

2. Определение влияния данных о частоте встречаемости патологических изменений на показатели диагностической точности ИИ-сервисов.

Заключение. В настоящем исследовании мы проанализировали частоту встречаемости патологических признаков на рентгенограммах органов грудной клетки на больших данных системы здравоохранения г. Москвы. Доля протоколов с патологическими признаками составила 16,7 %. По частоте встречаемости на первом месте находится кардиомегалия, которая сама по себе в большинстве случаев может быть трактована как клинически незначимый патологический признак. При этом частота встречаемости отдельных патологических признаков значимо различалась в исследованиях с одним и несколькими (двумя и более) патологическими признаками, что необходимо учитывать при обучении и тестировании ИИ-сервисов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akhter Y, Singh R, Vatsa M. AI-based radiodiagnosis using chest X-rays: A review. *Front Big Data*. 2023;6:1120989. doi: 10.3389/fdata.2023.1120989
2. Fanni SC, Marcucci A, Volpi F, Valentino S, Neri E, Romei C. Artificial intelligence-based software with CE mark for chest X-ray interpretation: Opportunities and challenges. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(12):2020. doi: 10.3390/diagnostics13122020
3. Ahn JS, Ebrahimian S, McDermott S, et al. Association of artificial intelligence-aided chest radiograph interpretation with reader performance and efficiency. *JAMA Netw Open*. 2022;5(8):e2229289. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.29289
4. Wu JT, Wong KCL, Gur Y, et al. Comparison of chest radiograph interpretations by artificial intelligence algorithm vs radiology residents. *JAMA Netw Open*. 2020;3(10):e2022779. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.22779
5. Rangarajan K, Muku S, Garg AK, et al. Artificial intelligence-assisted chest X-ray assessment scheme for COVID-19. *Eur Radiol*. 2021;31(8):6039-6048. doi: 10.1007/s00330-020-07628-5
6. Васильев Ю.А., Тыров И.А., Владимирский А.В., Арзамасов К.М., Пестренин Л.Д., Шулькин И.М. Новая модель организации массовых профилактических исследований, основанная на автономном искусственном интеллекте для сортировки результатов флюорографии // Здоровье населения и среда обитания – ЗНСО. 2023. Т. 31. № 11. С. 23-32. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-23-32
7. Tripathi S, Gabriel K, Dheer S, et al. Understanding biases and disparities in radiology AI datasets: A review. *J Am Coll Radiol*. 2023;20(9):836-841. doi: 10.1016/j.jacr.2023.06.015
8. Chen Y, Wan Y, Pan F. Enhancing multi-disease diagnosis of chest X-rays with advanced deep-learning networks in real-world data. *J Digit Imaging*. 2023;36(4):1332-1347. doi: 10.1007/s10278-023-00801-4
9. Johnson JM, Khoshgoftaar TM. Survey on deep learning with class imbalance. *J Big Data*. 2019;6(1):27. doi: 10.1186/s40537-019-0192-5
10. Heye T, Segeroth M, Franzeck F, Vossenhennrich J. Turning radiology reports into epidemiological data to track seasonal pulmonary infections and the COVID-19 pandemic. *Eur Radiol*. 2024;34(6):3624-3634. doi: 10.1007/s00330-023-10424-6
11. Васильев Ю.А., Гончарова И.В., Владимирский А.В. и др. Популяционное исследование эмфизематозных изменений легких у населения г. Москвы методом автоматизированного анализа результатов лучевых исследований // Менеджер здравоохранения. 2023. № 9. С. 23-36. doi: 10.21045/1811-0185-2023-9-23-36.
12. Watanabe Y, Nakagawa T, Fukai K, et al. Descriptive study of chest x-ray examination in mandatory annual health examinations at the workplace in Japan. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262404. doi: 10.1371/journal.pone.0262404
13. Ронжин Л.В., Астанин П.А., Кокина Д.Ю. и др. Система автоматической разметки неструктурированных протоколов рентгенологических исследований грудной клетки с использованием методов семантического анализа // Социальные аспекты здоровья населения. 2023. Т. 69. № 1. doi: 10.21045/2071-5021-2023-69-1-12
14. Кокина Д.Ю., Гомболевский В.А., Арзамасов К.М. и др. Возможности и ограничения использования инструментов машинной обработки текстов в лучевой диагностике // Digital Diagnostics. 2022. Т. 3. № 4. С. 374-383. doi:10.17816/DD101099.
15. Twabi HH, Semphere R, Mukoka M, et al. Pattern of abnormalities amongst chest X-rays of adults undergoing computer-assisted digital chest X-ray screening for tuberculosis in Peri-Urban Blantyre, Malawi: A cross-sectional study. *Trop Med Int Health*. 2021;26(11):1427-1437. doi: 10.1111/tmi.13658
16. Watanabe Y, Nakagawa T, Fukai K, et al. Descriptive study of chest x-ray examination in mandatory annual health examinations at the workplace in Japan. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262404. doi: 10.1371/journal.pone.0262404
17. McKee JL, Ferrier K. Is cardiomegaly on chest radiograph representative of true cardiomegaly: A cross-sectional observational study comparing cardiac size on chest radiograph to that on echocardiography. *N Z Med J*. 2017;130(1464):57-63.
18. Biharas Monfared A, Agha Farajollah S, Sabour F, Farzanegan R, Taghdisi S. Comparison of radiological findings of chest x-ray with echocardiography in determination of the heart size. *Iran Red Crescent Med J*. 2015;17(1):e18242. doi: 10.5812/ircmj.18242
19. Vasilev Y, Vladzmyrskyy A, Omelyanskaya O, Blokhin I, Kirpichev Y, Arzamasov K. AI-based CXR first reading: Current limitations to ensure practical value. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(8):1430. doi: 10.3390/diagnostics13081430
20. Khalifa M, Albadawy M. AI in diagnostic imaging: revolutionising accuracy and efficiency. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*. 2024;5:1-12. doi: 10.1016/j.cmpbup.2024.100146.

REFERENCES

1. Akhter Y, Singh R, Vatsa M. AI-based radiodiagnosis using chest X-rays: A review. *Front Big Data*. 2023;6:1120989. doi: 10.3389/fdata.2023.1120989
2. Fanni SC, Marcucci A, Volpi F, Valentino S, Neri E, Romei C. Artificial intelligence-based software with CE mark for chest X-ray interpretation: Opportunities and challenges. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(12):2020. doi: 10.3390/diagnostics13122020
3. Ahn JS, Ebrahimian S, McDermott S, et al. Association of artificial intelligence-aided chest radiograph interpretation with reader performance and efficiency. *JAMA Netw Open*. 2022;5(8):e2229289. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.29289
4. Wu JT, Wong KCL, Gur Y, et al. Comparison of chest radiograph interpretations by artificial intelligence algorithm vs radiology residents. *JAMA Netw Open*. 2020;3(10):e2022779. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.22779
5. Rangarajan K, Muku S, Garg AK, et al. Artificial intelligence-assisted chest X-ray assessment scheme for COVID-19. *Eur Radiol*. 2021;31(8):6039-6048. doi: 10.1007/s00330-020-07628-5
6. Vasilev YA, Tyrov IA, Vladzmyrskyy AV, Arzamasov KM, Pestrenin LD, Shulkin IM. A New Model of Organizing Mass Screening Based on Stand-Alone Artificial Intelligence Used for Fluorography Image Triage. *Public Health and Life Environment – PH&LE*. 2023;31(11):23-32. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-23-32
7. Tripathi S, Gabriel K, Dheer S, et al. Understanding biases and disparities in radiology AI datasets: A review. *J Am Coll Radiol*. 2023;20(9):836-841. doi: 10.1016/j.jacr.2023.06.015
8. Chen Y, Wan Y, Pan F. Enhancing multi-disease diagnosis of chest X-rays with advanced deep-learning networks in real-world data. *J Digit Imaging*. 2023;36(4):1332-1347. doi: 10.1007/s10278-023-00801-4
9. Johnson JM, Khoshgoftaar TM. Survey on deep learning with class imbalance. *J Big Data*. 2019;6(1):27. doi: 10.1186/s40537-019-0192-5
10. Heye T, Segeroth M, Franzek F, Vossenhreich J. Turning radiology reports into epidemiological data to track seasonal pulmonary infections and the COVID-19 pandemic. *Eur Radiol*. 2024;34(6):3624-3634. doi: 10.1007/s00330-023-10424-6
11. Vasilev YA, Goncharova IV, Vladzmyrskyy AV, Arzamasov KM, Pestrenin LD. Study of emphysematous changes in the population of Moscow using automated evaluation of radiological examinations. *Menedzher Zdravookhraneniya*. 2023;(9):23-36. (In Russ.) doi: 10.21045/1811-0185-2023-9-23-36
12. Watanabe Y, Nakagawa T, Fukai K, et al. Descriptive study of chest x-ray examination in mandatory annual health examinations at the workplace in Japan. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262404. doi: 10.1371/journal.pone.0262404
13. Ronzhin LV, Astanin PA, Kokina DYU, Semenov SS, Arzamasov KM, Rauzina SE. Semantic analysis methods in the system for automated marking of the unstructured radiological chest examination protocols. *Sotsial'nye Aspekty Zdorov'ya Naseleniya*. 2023;69(1):12. (In Russ.) doi: 10.21045/2071-5021-2023-69-1-12
14. Kokina DYU, Gombolevskiy VA, Arzamasov KM, Andreychenko AE, Morozov SP. Possibilities and limitations of using machine text-processing tools in Russian radiology reports. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):374-383. (In Russ.) doi: 10.17816/DD101099
15. Twabi HH, Semphere R, Mukoka M, et al. Pattern of abnormalities amongst chest X-rays of adults undergoing computer-assisted digital chest X-ray screening for tuberculosis in Peri-Urban Blantyre, Malawi: A cross-sectional study. *Trop Med Int Health*. 2021;26(11):1427-1437. doi: 10.1111/tmi.13658
16. Watanabe Y, Nakagawa T, Fukai K, et al. Descriptive study of chest x-ray examination in mandatory annual health examinations at the workplace in Japan. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262404. doi: 10.1371/journal.pone.0262404
17. McKee JL, Ferrier K. Is cardiomegaly on chest radiograph representative of true cardiomegaly: A cross-sectional observational study comparing cardiac size on chest radiograph to that on echocardiography. *N Z Med J*. 2017;130(1464):57-63.
18. Biharas Monfared A, Agha Farajollah S, Sabour F, Farzanegan R, Taghdisi S. Comparison of radiological findings of chest x-ray with echocardiography in determination of the heart size. *Iran Red Crescent Med J*. 2015;17(1):e18242. doi: 10.5812/ircmj.18242
19. Vasilev Y, Vladzmyrskyy A, Omelyanskaya O, Blokhin I, Kirpichev Y, Arzamasov K. AI-based CXR first reading: Current limitations to ensure practical value. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(8):1430. doi: 10.3390/diagnostics13081430
20. Khalifa M, Albadawy M. AI in diagnostic imaging: revolutionising accuracy and efficiency. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*. 2024;5:1-12. doi: 10.1016/j.cmpbup.2024.100146

Сведения об авторах:

Васильев Юрий Александрович – к.м.н., директор ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»; заведующий кафедрой лучевой диагностики с курсом клинической радиологии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; e-mail: nrcmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5283-5961>

Пестренин Лев Дмитриевич – младший научный сотрудник отдела медицинской информатики, радиомикрии и радиогеномики ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»; e-mail: PestreninLD@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1786-4329>

Румянцев Денис Андреевич – младший научный сотрудник отдела медицинской информатики, радиомикрии и радиогеномики ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»; клинический ординатор-рентгенолог ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия»; e-mail: RumyantsevDA3@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7670-7385>

Новик Владимир Петрович – научный сотрудник отдела медицинской информатики, радиомикрии и радиогеномики ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»; e-mail: NovikVP1@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9481-1637>

✉ **Арзамасов** Кирилл Михайлович – к.м.н., руководитель отдела медицинской информатики, радиомикрии и радиогеномики ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»; e-mail: ArzamasovKM@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7786-0349>

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Васильев Ю.А., Арзамасов К.М.; сбор данных: Новик В.П.; анализ и интерпретация результатов: Пестренин Л.Д., Румянцев Д.А., Новик В.П.; литературный обзор: Пестренин Л.Д.,

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-6-17-25>
Original Research Article

Румянцев Д.А., Новик В.П.; подготовка рукописи: Арзамасов К.М., Пестренин Л.Д., Румянцев Д.А., Новик В.П. 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: данная статья подготовлена авторским коллективом в рамках научно-исследовательской работы «Научные методологии устойчивого развития технологий искусственного интеллекта в медицинской диагностике» (№ ЕГИСУ: 123031500004-5) в соответствии с Приказом от 21.12.2022 г. № 1196 «Об утверждении государственных заданий, финансовое обеспечение которых осуществляется за счет средств бюджета города Москвы государственным бюджетным (автономным) учреждениям подведомственным Департаменту здравоохранения города Москвы, на 2023 год и плановый период 2024 и 2025 годов» Департамента здравоохранения города Москвы.

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

Статья получена: 10.04.24 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликовано: 28.06.24

Author information:

Yuriy A. **Vasilev**, Cand. Sci. (Med.), Director, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department; Head of the Department of Diagnostic Radiology with a Course in Clinical Radiology, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; e-mail: npcmr@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5283-5961>.

Lev D. **Pestrenin**, Junior Researcher, Department of Medical Informatics, Radiomics and Radiogenomics, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department; e-mail: PestreninLD@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1786-4329>.

Denis A. **Rumyantsev**, Junior Researcher, Department of Medical Informatics, Radiomics and Radiogenomics, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department; Radiology Resident, Central State Medical Academy; e-mail: RumyantsevDA3@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7670-7385>.

Vladimir P. **Novik**, Researcher, Department of Medical Informatics, Radiomics and Radiogenomics, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department; e-mail: NovikVP1@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9481-1637>.

✉ Kirill M. **Arzamasov**, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Medical Informatics, Radiomics and Radiogenomics, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department; e-mail: ArzamasovKM@zdrav.mos.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7786-0349>.

Author contributions: study conception and design: Vasilev Yu.A., Arzamasov K.M.; data collection: Novik V.P.; analysis and interpretation of results: Pestrenin L.D., Rumyantsev D.A., Novik V.P.; bibliography compilation and referencing: Pestrenin L.D., Rumyantsev D.A., Novik V.P.; draft manuscript preparation: Arzamasov K.M., Pestrenin L.D., Rumyantsev D.A., Novik V.P. 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 computer vision technologies for the analysis of medical images and their further application in the healthcare system of Moscow approved by the Ethics Committee of the Moscow Regional Branch of the Russian Society of Radiologists (protocol no. 2 of February 20, 2020) and registered on ClinicalTrials.gov (NCT04489992).

Funding: This paper was prepared as part of the research “Evidence-based methodologies for sustainable development of artificial intelligence in medical imaging” (USIS No. 123031500004-5) in accordance with the Order No. 1196 dated December 21, 2022 “On approval of state assignments funded by means of allocations from the budget of the city of Moscow to the state budgetary (autonomous) institutions subordinate to the Moscow Health Care Department, for 2023 and the planned period of 2024 and 2025” issued by the Moscow Health Care Department.

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

Received: April 10, 2023 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024

© Коллектив авторов, 2024
УДК 614.2**Материалы российских и зарубежных информационных агентств
о патогенах приоритетного перечня ВОЗ: сравнительный анализ***В.Н. Петров, Т.С. Непомнящих**ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора,
р.п. Кольцово, Новосибирская обл., 630559, Российская Федерация***Резюме**

Введение. Транслируя общественно значимую информацию, включая сведения о вспышках инфекционных заболеваний, информационные агентства являются одним из ключевых открытых источников оперативно-аналитической эпидемиологической информации.

Цель исследования: провести сравнительный анализ материалов о патогенах приоритетного перечня Всемирной организации здравоохранения в российских и зарубежных информационных агентствах.

Материалы и методы. При использовании в качестве поисковых запросов ключевых слов, являющихся вариантами названий патогенов приоритетного перечня Всемирной организации здравоохранения, среди всех результатов Google-поиска по сайтам 4 агентств («Ассошиэйтед Пресс», «Рейтер», Российское информационное агентство «Новости» и «Телеграфное агентство связи и сообщения») найдено 714 материалов за 2018–2022 гг., основной темой которых являлось одно из следующих заболеваний: Крымская-Конго геморрагическая лихорадка; болезнь, вызванная вирусом Эбола; болезнь, вызванная вирусом Марбург; лихорадка Ласса; ближневосточный респираторный синдром; Нипах и генипавирусные инфекции; лихорадка Рифт-Валли и Зика. Проведен количественный (число материалов) и качественный (тематика) контент-анализ полученной выборки со сравнением данных по агентствам и патогенам.

Результаты. На долю каждого информационного агентства приходилось от 20 до 30 % (около 57 % – у зарубежных) выборки при большем жанровом разнообразии у зарубежных агентств. Подавляющее большинство материалов у всех агентств было посвящено Эболе (всего 506 материалов), в то время как в 27 случаях число материалов агентства о патогене было меньше 20, а максимальный разрыв между агентствами, касающийся числа материалов по одному патогену, был семнадцатикратным (для Ласса). Преобладающей тематикой была заболеваемость.

Заключение. Российские и зарубежные информационные агентства обеспечивали близкие по насыщенности и разнообразию тем сюжетные потоки о патогенах приоритетного перечня ВОЗ, часто не сообщая о разных вспышках (кроме вирусов Эбола и Марбург) и дополняя друг друга информацией, релевантной для соответственно российской и западной аудиторий.

Ключевые слова: Эбола, Марбург, Ласса, БВРС, Нипах, Рифт-Валли, Зика, приоритетный перечень патогенов ВОЗ.

Для цитирования: Петров В.Н., Непомнящих Т.С. Материалы российских и зарубежных информационных агентств о патогенах приоритетного перечня ВОЗ: сравнительный анализ // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 26–35. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-26-35

**News Items of Russian and Foreign News Agencies on WHO Priority Pathogens:
A Comparative Analysis***Vladimir N. Petrov, Tatiana S. Nepomnyashchikh**State Research Center of Virology and Biotechnology VECTOR,
Koltsovo, Novosibirsk Region, 630559, Russian Federation***Summary**

Introduction: Broadcasting socially important information, including that on infectious disease outbreaks, news agencies are one of the key open sources of epidemic intelligence.

Objective: To compare news items on World Health Organization priority pathogens published by Russian and foreign news agencies.

Materials and methods: Using the variants of the names of World Health Organization priority pathogens as search queries, among all Google search results on the websites of four agencies (Associated Press, Reuters, Novosti Russian Information Agency, and TASS Russian News Agency) we found 714 news items published in 2018–2022 that have one of the following diseases as the main topic: Crimean-Congo hemorrhagic fever; Ebola virus disease, Marburg virus disease, Lassa fever, Middle East respiratory syndrome, Nipah and henipavirus infections, Rift Valley fever, and Zika fever. We carried out a quantitative (number of news items) and qualitative (topics) content analysis of the sample comparing the findings by agency and pathogen.

Results: Each news agency accounted for 20 to 30 % of the sample (approximately 57 % in case of foreign ones), with greater genre diversity among foreign agencies. The vast majority of news items across all agencies were on Ebola (506 stories in total), while in 27 instances the number of the agency news stories on the pathogen was less than 20, and the largest gap between the news agencies regarding the number of the news stories on a single pathogen was seventeen fold (for Lassa). Disease incidence was the predominant topic of the news items.

Discussion: Russian and foreign news agencies provided similarly intensive and topically diverse news flows on World Health Organization priority pathogens, with frequent non-reporting on different outbreaks (except for Ebola and Marburg virus diseases), and complemented each other with information relevant to Russian and Western audiences, respectively.

Keywords: Ebola, Marburg, Lassa, MERS, Nipah, Rift Valley, Zika, WHO list of priority pathogens.

Cite as: Petrov VN, Nepomnyashchikh TS. News items of Russian and foreign news agencies on WHO priority pathogens: A comparative analysis. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):26–35. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-26-35

Введение. Одной из ключевых структур оперативного получения сведений о вспышках инфекционных заболеваний являются средства массовой информации (СМИ). Их жанровое разнообразие, активность и выбор коммуникативных форм во многом являются отражением текущих потребностей общества и его отдельных групп, включая лиц, по роду своей деятельности или в силу складывающихся обстоятельств (как это было во время пандемии COVID-19) интересующихся вопросами инфекционной заболеваемости.

Если вспышка приобретает социально значимый характер и затрагивает широкие слои населения, работа СМИ становится особенно важной. В этом случае от них зависит информированность и связанное с ней спокойствие граждан [1].

Если говорить о профессиональном сообществе, то для организаторов здравоохранения, занимающихся реагированием на вспышки, некоторые СМИ, и в том числе крупные информационные агентства, в силу своей доступности, привычности, авторитетности, оперативности и широкого охвата могут выступать в роли одного из основных источников информации или информационного фона, влияющих на принятие решений в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

СМИ, и в частности информационные агентства, также обеспечивают контентом многие вторичные информационные ресурсы, например представляющие интерес в первую очередь для специалистов агрегаторы эпидемиологически значимых данных, такие как Платформа оперативно-аналитической эпидемиологической информации из открытых источников (EIOS) Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [2], HealthMap [3], EPIWATCH [4], FluTrackers [5], ProMED-mail [6], Центр научных исследований и политики в области инфекционных заболеваний (CIDRAP) [7] и ряд других. Таким образом, СМИ буквально пронизывают информационную среду и в качестве «четвертой власти» оказывают влияние на обеспечение биологической безопасности.

Среди научных публикаций мы можем встретить статьи, анализирующие описание отдельных вспышек в СМИ и информационными агентствами, например COVID-19 у Телеграфного агентства связи и сообщения (ТАСС) [8], а также Рейтер и Синьхуа [9]. На предмет полезности и достоверности в качестве источника информации об инфекционных заболеваниях изучаются даже видеоплатформы, такие как YouTube. Так, оценка видео, относящихся к периоду вспышки Эболы в Западной Африке, показала в одной из работ, что большая часть материалов несет в себе правдивую информацию [10], а еще в одной из работ подчеркивается амбивалентный потенциал YouTube как средства санитарного просвещения и источника дезинформации [11].

Контент-аналитические исследования СМИ, пишущих о вспышках болезней, затрагивают самые разные проблемы, например распространения слухов [12], прогнозирования заболеваемости [13], факторов, влияющих на подачу материала [14], и многие другие. Тем не менее нам не удалось встретить прошедшие рецензирование научные публикации, в сравнительном ключе рассматривающие непрофессиональные медиаресурсы в качестве источников для мониторинга информации об особо опасных и имеющих социальную значимость инфекционных заболеваниях.

Цель исследования состояла в том, чтобы провести сравнительный анализ материалов о патогенах приоритетного перечня Всемирной организации здравоохранения в российских и зарубежных информационных агентствах.

В силу практической невозможности охвата массива информации, созданного даже ключевыми российскими и зарубежными СМИ, было принято решение ограничиться четырьмя информационными агентствами: «Ассошиэйтед Пресс», «Рейтер», Российское информационное агентство «Новости» (РИА «Новости») и ТАСС. С учетом данных¹ компании «Медialogия» за 2022 год относительно самых цитируемых российских информационных агентств были взяты два лидера списка – РИА «Новости» и ТАСС. Выбор из зарубежных агентств был не менее сложным, и определяющим стал языковой фактор: авторы предположили, что агентства «Рейтер» (штаб-квартира в Лондоне) и «Ассошиэйтед Пресс» (штаб-квартира в Нью-Йорке) выпускают преимущественно англоязычную информационную продукцию и поиск на английском языке даст необходимую репрезентативную картину.

В качестве ориентира при выделении значимых инфекционных агентов был выбран подготовленный ВОЗ приоритетный перечень патогенов, которые могут стать причиной будущих вспышек и пандемий. В действующей редакции этого обновляемого перечня, датируемой 2018 годом, содержатся «COVID-19; конго-крымская геморрагическая лихорадка; болезнь, вызванная вирусом Эбола; болезнь, вызванная вирусом Марбург; лихорадка Ласса; ближневосточный респираторный синдром (БВРС) и тяжелый острый респираторный синдром (ТОРИ); Нипах и генипавирусные инфекции; лихорадка Рифт-Валли, Зика и “болезнь икс”»².

С учетом планируемого обновления данного перечня³, настоящее исследование можно рассматривать в качестве одного из элементов подведения итогов за прошедшие пять лет (2018–2022 гг.) в разрезе качественно-количественного анализа освещения проблем, связанных со списком болезней и патогенов, которые могут спровоцировать чрезвычайную ситуацию в области общественного

¹ Медialogия. Федеральные СМИ: 2022 год. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.mlg.ru/ratings/media/federal/11832/>. (дата обращения: 15.02.2024).

² Всемирная организация здравоохранения. ВОЗ определит патогены, способные вызывать будущие вспышки и пандемии. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news/item/21-11-2022-who-to-identify-pathogens-that-could-cause-future-outbreaks-and-pandemics> (дата обращения: 15.02.2024).

³ World Health Organization. Critical research for priority pathogens with epidemic potential. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/news-room/events/detail/2024/01/18/default-calendar/critical-research-for-priority-pathogens-with-epidemic-potential> (дата обращения: 15.02.2024).

здравоохранения⁴, частью ведущих зарубежных и отечественных информационных агентств.

Такой анализ позволит лучше понять вовлеченность СМИ, и в том числе отечественных, в обсуждение не теряющей своей актуальности инфекционной проблематики и возможности использования крупнейших российских информационных агентств в качестве альтернативы западным.

Материалы и методы. Методологическую основу настоящего исследования составлял качественный и количественный сравнительный контент-анализ выборки материалов информационных агентств, полученной с помощью осуществлявшегося вручную поиска по ключевым словам, которые являются вариантами названий соответствующих болезней и агентов списка приоритетных заболеваний ВОЗ.

Для поиска материалов информационных агентств «Ассошиэйтед Пресс» и «Рейтер» использовались следующие ключевые слова: Crimean-Congo, CCHF⁵, Ebola, Marburg, Lassa, MERS⁶, Middle East respiratory syndrome, Nipah, henipavirus, Rift Valley, Zika. Для информационных агентств РИА «Новости» и ТАСС набор ключевых слов был следующим: ККГЛ⁷, Крымская-Конго, Конго-Крымская, Эбола, Марбург, Ласса, MERS, ББРС, коронавирус ближневосточного респираторного синдрома, Нипах, генипавирус, хенипавирус, долины Рифт, Рифт-Валли, Зика. По трем патогенам из списка ВОЗ поиск не проводился: COVID-19, ТОРИ и «болезнь икс». Критериями невключения были, во-первых, очевидное повышенное внимание к патогену и связанный с этим насыщенный и разнообразный информационный поток у каждого агентства (в случае с COVID-19), отсутствие всплесков в период с 2018 по 2022 год (для ТОРИ) и условность/неконкретность (для «болезни икс», которая является абстрактным концептом, выполняющим функцию напоминания о необходимости обеспечивать постоянную готовность к появлению новых биологических рисков) [15].

Поиск проводился в формате «по определенному сайту» с помощью поисковой строки Google и оператора «site»⁸, с указанием периода (с 7 февраля 2018 года, когда завершилось заседание по очередному пересмотру приоритетных заболеваний в рамках Программы ВОЗ по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам (НИОКР),⁹ по 31 декабря 2022 года) и дополнительно «за все время» (в терминологии сайта Google), включая скрытые ссылки (не попавшие в первоначальную выдачу по причине высокого сходства с уже представленными). Обновлявшиеся в 2018–2022 гг. публикации, дата первоначального релиза которых

не попадала во временной диапазон исследования, к учету не принимались.

Необходимость дополнительного поиска «за все время» стала очевидной после сравнения результатов поиска информации по ККГЛ на сайте ТАСС непосредственно через сайт и с помощью Google (за период 07.02.18 – 31.12.22), показавшего невыявление Google большей части публикаций по теме ККГЛ. Эта проверка была проведена в связи с отсутствием уверенности в том, что русскоязычные сайты индексируются в Google с той же эффективностью, что и англоязычные. Дополнительный поиск с помощью Google без ограничений по срокам выявил все публикации, найденные непосредственно на сайте ТАСС.

Публикация включалась в выборку, если возбудитель и связанные с ним проблемы были основной ее темой. Простое упоминание возбудителя в материале не считалось основанием для его учета. Материал также в большинстве случаев не учитывался, если был одной из основных тем, как, например, в сюжете про разработку вакцин для профилактики 15 патогенов¹⁰.

В том случае, если в ходе поиска встречались ссылки на специальные разделы того или иного агентства, посвященные определенному патогену, материалы в этих разделах также включались в выборку, если соответствовали критериям отбора.

Изначально предполагалось проводить поиск на сайтах информационных агентств при использовании встроенного поискового инструментария этих сайтов, однако в силу двух обстоятельств данный подход оказался несостоятельным и не позволяющим проводить корректное сравнение и стала очевидной необходимость применения поисковика Google, обеспечивающего методологическое единообразие.

Первое обстоятельство состояло в том, что в начальный период исследования на доступных автору устройствах и операционных системах кнопка поиска на сайте «Ассошиэйтед Пресс» была неактивной, что делало поиск через сам сайт информационного агентства невозможным. Проблема частично решалась установкой мобильного приложения, однако результаты поиска выводились в виде двух категорий: Topics («Темы»), и Stories («Истории»). В категории «Темы» можно было выбрать только результаты по одной теме – Ebola virus («Вирус Эбола»). В категории «Истории» было представлено лишь три результата поиска. Авторы не были уверены, что при ограничении поиска темой «Вирус Эбола» будут получены все результаты и что поиск через

⁴ Всемирная организация здравоохранения. Десять проблем здравоохранения, над которыми ВОЗ будет работать в 2019 году. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019> (дата обращения: 15.02.2024).

⁵ Данная аббревиатура соответствует полному наименованию «Crimean-Congo hemorrhagic fever» (комментарий авторов).

⁶ Данная аббревиатура соответствует полному наименованию «Middle East respiratory syndrome» (комментарий авторов).

⁷ Данная аббревиатура соответствует полному наименованию «Крымская-Конго геморрагическая лихорадка» (комментарий авторов).

⁸ Справка – Google Поиск. Как уточнять запросы в Google Поиске. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://support.google.com/websearch/answer/2466433?hl=ru> (дата обращения: 15.02.2024).

⁹ World Health Organization. 2018 Annual review of diseases prioritized under the Research and Development Blueprint. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/blue-print/2018-annual-review-of-diseases-prioritized-under-the-research-and-development-blueprint.pdf?sfvrsn=4c22e36_2 (дата обращения: 15.02.2024).

¹⁰ Reuters. Moderna plots vaccines against 15 pathogens with future pandemic potential. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/moderna-plots-vaccines-against-15-pathogens-with-future-pandemic-potential-2022-03-08/> (дата обращения: 15.02.2024).

приложение эквивалентен поиску по сайту. Следует отметить, что на момент направления рукописи в журнал техническая возможность поиска на сайте «Ассошиэйтед Пресс»¹¹ уже была активна.

Второе обстоятельство заключалось в том, что при использовании системы поиска на сайте «Рейтер» было отмечено, что последние поисковые результаты по запросу «Ebola»¹² датируются 2021 годом. В целях дополнительной проверки отсутствия материалов, посвященных болезни, вызванной вирусом Эбола (БВБЭ), за 2018–2020 гг. был использован поиск по заданному сайту с помощью поисковой системы Google¹³, который увеличил количество найденных материалов на 90 (т. е. почти на 64 %).

В рамках выборки выделялись жанрово отличающиеся материалы: инфографика, фоторепортажи, хронологии, видео, фактчекинги, специальные тематические разделы, сообщения на других языках, главы из книг, эксплейнеры и радиосюжеты (с текстовым комментарием). По таким материалам (кроме сообщений на других языках, глав из книг

и радиосюжетов) велся отдельный подсчет, поскольку они рассматривались в качестве информационно более емких продуктов, наличие которых можно считать преимуществом. Доля этих материалов в общем количестве отобранных (714) составила чуть больше 5 % (38 материалов) (см. таблицу).

В рамках сравнительного контент-анализа сформированной выборки оценивалось и сопоставлялось число материалов у разных информационных агентств о разных патогенах приоритетного перечня ВОЗ, а также тематика этих материалов.

Результаты. По совокупному числу включенные в итоговую выборку 714 отвечающих заявленным критериям материалов о патогенах приоритетного перечня ВОЗ относительно равномерно распределились между всеми четырьмя агентствами: удельный вес агентств по числу материалов был приблизительно следующим: «Ассошиэйтед Пресс» – 30 %, «Рейтер» – 27 %, РИА «Новости» – 21 %, ТАСС – 22 %. Вместе с тем наблюдались существенные контрасты по числу сюжетов разных агентств по некоторым

Таблица. Количество материалов информационных агентств, посвященных патогенам из приоритетного перечня ВОЗ (а также жанрово отличающихся материалов)

Table. Number of news agency items about the pathogens from the WHO priority list (and genre-specific stories)

Информационное агентство / News agency	ККГЛ / Crimean-Congo hemorrhagic fever	БВБЭ / Ebola virus disease	БВБМ ¹⁴ / Marburg virus disease	Ласса / Lassa	БВРС / Middle East respiratory syndrome	Нипах, генипавирусы / Nipah, henipaviruses	Лихорадка Рифт-Валли / Rift-Valley fever	Зика / Zika	Всего / Total
Ассошиэйтед Пресс / Associated Press	0 (0)	192 (1 СР/СС, 4 ЭП/ЕР, 1 ХР/СР, 2 ФР/ПР, 5 В/В)	4 (0)	5 (0)	1 (1 СР/СС)	5 (0)	0 (0)	8 (1 СР/СС)	215 (3 СР/СС, 4 ЭП/ЕР, 1 ХР/СР, 2 ФР/ПР, 5 В/В)
Рейтер / Reuters	1 (0)	141 (1 ХР/СР, 3 ИГ/ИГ)	14 (1 ФЧ/ФЧ)	1 (0)	3 (0)	15 (0)	1 (0)	17 (1 СР/СС, 1 ЭП/ЕР)	193 (1 СР/СС, 1 ЭП/ЕР, 1 ХР/СР, 3 ИГ/ИГ, 1 ФЧ/ФЧ)
РИА Новости / RIA Novosti	11 (1 ЭП/ЕР)	79 (3 СР/СС)	12 (0)	6 (0)	3 (1 СР/СС)	29 (2 СР/СС)	2 (0)	6 (3 СР/СС)	148 (9 СР/СС, 1 ЭП/ЕР)
ТАСС / TASS	7 (0)	94 (4 СР/СС, 1 ЭП/ЕР)	10 (0)	17 (0)	1 (0)	8 (0)	3 (0)	18 (1 СР/СС)	158 (5 СР/СС, 1 ЭП/ЕР)
Всего / Total	19 (1 ЭП/ЕР)	506 (8 СР/СС, 5 ЭП/ЕР, 2 ХР/СР, 3 ИГ/ИГ, 2 ФР/ПР, 5 В/В)	40 (1 ФЧ/ФЧ)	29 (0)	8 (2 СР/СС)	57 (2 СР/СС)	6 (0)	49 (6 СР/СС, 1 ЭП/ЕР)	714 (18 СР/СС, 7 ЭП/ЕР, 2 ХР/СР, 3 ИГ/ИГ, 2 ФР/ПР, 1 ФЧ/ФЧ, 5 В/В)

Примечание: спецраздел (СР), эксплейнер (ЭП), хронология (ХР), инфографика (ИГ), фоторепортаж (ФР), фактчекинг (ФЧ), видео (В).
Notes: SS, special section; EP, explainer; CR, chronology; IG, infographics; PR, photo report; FC, fact checking; V, video.

¹¹ Сайт «Ассошиэйтед Пресс». [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://apnews.com> (дата обращения: 15.02.2024).

¹² Сайт Рейтер. Результаты поиска по запросу «Ebola». [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.reuters.com/site-search/?query=ebola> (дата обращения: 29.08.2023).

¹³ Сайт Google. Результаты поиска по запросу «Ebola». [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.google.com/search?q=Ebola+site%3Ahttps%3A%2F%2Fwww.reuters.com%2F%2Fnewwindow=1&hl=ru&sxsrf=APwXEdcwlvopejnEcjX_6Jdpm0-KWKWohw%3A1682505280291&source=hp&ei=QP51ZLDVD_iSxc8P2JqlwAw&ifsig=AOEireoAAAAAEkMUCU0LZukKehoRtevOFqS36qQxkdr&ved=0ahUKEwiw9b_MrMf-AhV4SfEDHVGNAsgQ4dUDCAk&uact=5&oeq=Ebola+site%3Ahttps%3A%2F%2Fwww.reuters.com%2F%2Fgs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAM6BwgjEOoCEC6BwguEOoCEC6QoANYoANg5AhoAXAAeACAAVSIAVSSAQExmAEOAECoAEBSAEK&scient=gws-wiz (дата обращения: 29.08.2023).

¹⁴ Болезнь, вызванная вирусом Марбург (комментарий авторов).

патогенам: например, 25 материалов о вирусе Нипах у РИА «Новости» при 5 у «Ассошиэйтед пресс» или 17 материалов о лихорадке Ласса у ТАСС при 1 у «Рейтер». Указанный семнадцатикратный разрыв в случае с лихорадкой Ласса является максимальным для одного патогена в нашей выборке. Количество материалов всех агентств об одном патогене лежало в диапазоне от 6 (лихорадка Рифт-Валли) до 506 (БВВЭ). У некоторых информационных агентств не было найдено материалов о ряде патогенов (ККГЛ и лихорадка Рифт-Валли у «Ассошиэйтед Пресс»). Из 32 сочетаний, образуемых четырьмя агентствами и восемью патогенами, в 21 сочетании число материалов было меньше 10, а в 27 сочетаниях – меньше 20.

По разнообразию и числу жанрово отличающихся материалов мы увидели незначительное преимущество западных информационных агентств («Ассошиэйтед Пресс» – 15 единиц / 6 видов, «Рейтер» – 7 единиц / 6 видов, РИА «Новости» – 10 единиц / 2 вида, ТАСС – 6 единиц / 2 вида).

Тематический баланс сюжетов об одном и том же патогене у разных информационных агентств был разным и зависел от патогена, однако преобладающей темой отобранных материалов была заболеваемость. Часть материалов российских и зарубежных информационных агентств была предназначена в большей степени для, соответственно, российской и западной аудиторий, поскольку представляла мнения местных экспертов, местные научные достижения и локально значимые вспышки инфекционных заболеваний. Иллюстративной в данном смысле является упоминаемость в заголовках национальных органов, обеспечивающих медико-санитарное благополучие: центры по контролю и профилактике заболеваний США упомянуты 6 раз, а Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) – 35 раз.

Ниже представлена краткая характеристика полученных результатов по каждой из инфекций.

ККГЛ. Отечественные агентства по меньшей мере в нескольких десятках материалов обращают внимание в первую очередь на ситуацию внутри России (заболеваемость и прогноз, выявление нового штамма) и дополнительно (РИА «Новости») – в Афганистане и Испании. У «Рейтер» встретилось единственное сообщение, посвященное именно ККГЛ (случай в Испании в 2022 году), а у «Ассошиэйтед Пресс» такие сообщения в выдаче Google по заданной маске поиска отсутствовали вовсе.

БВВЭ. Ни одно из информационных агентств не пропустило ни одной вспышки БВВЭ за рассматриваемый период, и это обстоятельство уравнивает информационные агентства с точки зрения сообщения едва ли не самого важного типа информации – о начале вспышки и развитии ситуации с заболеваемостью. С учетом этого есть все основания полагать, что слежение за новостями о вирусе Эбола даже с помощью одного ресурса позволит

не пропустить новую вспышку и быть в курсе самых разных ее аспектов, включая ограничительные меры, поставки вакцин и данные об их эффективности, особенности местного культурного и политического ландшафта, решения международных организаций и межгосударственную гуманитарную помощь, поскольку эти и другие темы в той или иной мере находят отражение в публикациях каждого информационного агентства. Реже встречаются сюжеты, ориентированные на региональную аудиторию информационного агентства. Например, новость¹⁵ об отправке Соединенными Штатами в Уганду экспериментальных препаратов на основе антител для лечения больных Эболой может не появиться у российских СМИ, но важна с точки зрения слежения за проводимыми в мире НИОКР, касающимися вируса Эбола-Судан [16].

О подробности медийного дискурса, посвященного Эболе, свидетельствует хотя бы тот факт, что у каждого агентства на него приходится больше материалов, чем на все остальные патогены (192 – на вирус Эбола / 23 – на остальные патогены у «Ассошиэйтед Пресс», 141/52 – у «Рейтер», 79/69 – у РИА «Новости» и 94/64 – у ТАСС).

БВВМ. Как и вспышки БВВЭ, вспышки БВВМ не остаются незамеченными ведущими информационными агентствами. Если западные агентства («Рейтер» и «Ассошиэйтед Пресс») пишут только о самих случаях в рамках вспышек в Гвинейской Республике (первая вспышка в истории Западной Африки [17]) и Гане (вторая вспышка в истории Западной Африки и первая в истории страны [18]), то ТАСС и РИА «Новости» также поднимают вопросы разработки отечественной вакцины для профилактики филовирозов и риска завоза инфекции в Российскую Федерацию, не уступая при этом по числу сообщений, которые были нами выявлены.

Ласса. В найденном объеме материалов русскоязычные агентства лидируют по количеству сюжетов на тему лихорадки Ласса (в общей сложности 23 ссылки у ТАСС и РИА «Новости» при 6 у «Ассошиэйтед Пресс» и «Рейтер»). Все источники, но с разной регулярностью, освещали вспышку в Нигерии, однако с другими странами таких симметричных пересечений не было: только у «Ассошиэйтед Пресс» нам встретилось упоминание заражения датского врача в Сьерра-Леоне и первого за несколько десятилетий летального случая в Гвинейской Республике в 2018 году. В то же время ТАСС сообщает о случае в Гвинейской Республике, относящемся уже к 2022 году, и, наряду с РИА «Новости», о заболевших в Великобритании и Гане. Также у РИА «Новости» нами был встречен сюжет о вспышке в Либерии.

БВРС. Хотя БВРС часто упоминается вместе с SARS-CoV-2 в силу родства этих вирусов, ни у одного из агентств не было найдено даже пяти сюжетов, главной темой которых был бы БВРС. При этом встречаются жанрово-специфические публикации, например отрывок из книги, представленный на сайте ТАСС¹⁶, или характеристика

¹⁵ Reuters. U.S. sends experimental antibody, antiviral drug to Uganda for Ebola outbreak. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/us-sends-experimental-antibody-antiviral-drug-uganda-ebola-outbreak-2022-10-18/> (дата обращения: 15.02.2024).

¹⁶ ТАСС. MERS-CoV: подзабытый, но не исчезнувший коронавирус. Отрывок из книги «Заклятый враг». [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://nauka.tass.ru/nauka/13315905> (дата обращения: 15.02.2024).

маркетингового отчета о препаратах против БВРС на сайте «Ассошиэйтед Пресс». У данных агентств эти сюжеты были единственными обнаруженными публикациями именно о БВРС. «Рейтер» в трех статьях описал статистику случаев в Саудовской Аравии и завозной случай в Великобритании, а у РИА «Новости» выявленная тематика была радикально иной: по одной статье было посвящено заболевшим в Катаре и Объединенных Арабских Эмиратах, одна – потенциальному использованию ВОЗ технологий вакцин против БВРС для профилактики SARS-CoV-2.

Нипах и другие генипавирусы. Со значительным перевесом «Рейтер», но всеми четырьмя агентствами описана вспышка в индийском штате Керала в 2018 году и реакция на нее. Следующая вспышка в том же штате была замечена только агентствами «Рейтер», которое в то же время, по-видимому, обошло вниманием вспышку 2021 года, описанную «Ассошиэйтед Пресс» и РИА «Новости». При этом, если «Рейтер» и «Ассошиэйтед Пресс» общими усилиями держали читателей «в тонусе» до 2021 года, то ТАСС и РИА «Новости» не утратили интерес к теме генипавирусов, осветив важное событие 2022 года: публикацию об обнаружении в Китае нового генипавируса Ланъя.

Российские агентства также пишут об оценках риска, отсутствии случаев заболевания в стране, создании отечественной тест-системы и даже о том, что американские ученые близки к разработке вакцины. «Рейтер» тему создания вакцины освещает через призму инвестиций глобальной Коалиции по инновациям в области обеспечения готовности к эпидемиям в несколько биотехнологических компаний в США, а «Ассошиэйтед Пресс» – в сюжетах о гранте, полученном несколькими американскими научными учреждениями, и о помощи Индии, оказываемой Глобальной вирусологической сетью.

Лихорадка Рифт-Валли. Мы не обнаружили у «Ассошиэйтед Пресс» отдельных сюжетов, посвященных этой инфекции. У «Рейтер», ТАСС и РИА «Новости» был зафиксирован один сюжет 2018 года о возобновлении вспышки в Кении. Кроме того, российские агентства, со ссылкой на Роспотребнадзор, в нескольких сообщениях написали о ситуации в Уганде и Южном Судане.

Зика. Основная масса сюжетов о вирусе Зика связана с научными исследованиями при редком упоминании вспышек. У ТАСС это вопросы разработки вакцин и антител и средств диагностики, вирусные мутации, поведение переносчиков, мутагенез вируса, его терапевтическое использование и заболеваемость на Кубе. «Ассошиэйтед Пресс» в первую очередь пишет о микроцефалии у детей,

упоминает вспышку в Индии. «Рейтер» освещает аналогичный индийский сюжет и широкий спектр медицинских проблем, включая проявления заболевания и его социальные последствия, борьбу с переносчиками и клинические исследования вакцины. При этом РИА «Новости» в найденных нами материалах пишет именно о заболеваемости (Куба, Индия Таиланд).

Обсуждение. Настоящее исследование представляло собой попытку сопоставить содержательную упоминаемость ряда выделяемых Всемирной организацией здравоохранения патогенов несколькими ведущими отечественными и зарубежными информационными агентствами.

Подробность освещения выбранных нами болезней характеризуется чрезвычайной неоднородностью: от единичных сюжетов до сотен материалов. При этом нельзя однозначно утверждать, что упоминаемость болезней коррелировала с их медико-санитарной значимостью. Например, в одной только Нигерии от лихорадки Ласса в 2022 году погибло не менее 189 человек [19], а во всех вспышках БВВЭ (в Уганде¹⁷ и Демократической Республике Конго (ДРК)^{18,19}) в 2022 году – 83. При этом по теме БВВЭ нами было найдено 506 сюжетов, а по теме лихорадки Ласса – всего 29.

Упоминаемость БВВЭ выглядит рекордно, но ожидаемо: имеющая ярко выраженное тяжелое течение и высокий коэффициент смертности Эбола является объектом тревожного наблюдения с момента своего обнаружения в 1976 году. Все вспышки БВВЭ, равно как и вспышки родственной филовиральной инфекции, БВВМ, можно найти в репортажах выделенных нами информационных агентств.

Представление информационными агентствами обновленных данных о заболеваемости лихорадкой Ласса хотя и имеет положительные признаки системности, но характеризуется заметными пропусками. Даже если ограничиться «избранными» эпидсобытиями, попавшими в раздел «новости о вспышках болезней» на сайте штаб-квартиры ВОЗ, сможем найти там подробные отчеты и о других случаях, например в Либерии в 2018 году²⁰, в Нидерландах в 2019 году²¹ (завозной случай из Сьерра-Леоне) и в Того в 2022 году²².

Относительную редкость упоминания агентствами определенных патогенов не следует рассматривать в ключе проявленного к ним невнимания именно со стороны агентств, поскольку в своей работе они ориентируются в том числе на запросы и интересы общества, а также на данные, поступающие из авторитетных первоисточников, и, если эти информационные спрос и предложение выражены слабо,

¹⁷ World Health Organization. Ebola disease caused by Sudan ebolavirus – Uganda. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON433> (дата обращения: 15.02.2024).

¹⁸ World Health Organization. Ebola Virus Disease – Democratic Republic of the Congo. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON411> (дата обращения: 15.02.2024).

¹⁹ World Health Organization. Ebola Virus Disease – Democratic Republic of the Congo. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON398> (дата обращения: 15.02.2024).

²⁰ World Health Organization. 2018 – Liberia. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/22-february-2018-lassa-fever-liberia-en> (дата обращения: 15.02.2024).

²¹ World Health Organization. Lassa Fever – The Netherlands (ex –Sierra Leone). [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2019-DON213> (дата обращения: 15.02.2024).

²² Всемирная организация здравоохранения. Лихорадка Ласса –Того. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/ru/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON362> (дата обращения: 15.02.2024).

это может свидетельствовать о том, что для части стран и их населения в целом некоторые «патогены» по естественным причинам не являются, в терминах ВОЗ, «приоритетными». И, наоборот, тот факт, что, например, отечественные агентства относительно часто пишут о вспышках ККГЛ в России, говорит об обоснованном пристальном внимании государства и общества к этой опасной болезни, поскольку она эндемична для южных регионов Российской Федерации [20]. Возможно, ККГЛ заслуживает большего числа упоминаний и со стороны западных информационных агентств, поскольку, согласно данным²³ Европейского центра по контролю и профилактике заболеваний, ККГЛ не обходит стороной Европу в целом и даже условные «страны Запада»: случаи, пусть и единичные, в период с 2018 по 2022 год регистрировались ежегодно, затрагивая такие государства, как Болгария, Греция и Испания.

Подобно ККГЛ, отчасти «забытым» выглядит БВРС, сюжеты о котором малочисленны, тематически не пересекаются и кажутся «случайными», как будто агентства не ставили перед собой задачу выделить и на постоянной основе отслеживать ведущую проблематику, связанную с БВРС. Это не трудно объяснить, поскольку БВРС является почти исключительно ближневосточным заболеванием, случаи которого регистрируются преимущественно в Саудовской Аравии, однако, как показывают обобщенные данные о распространённости вируса среди однопорбых верблюдов, являющихся промежуточными хозяевами или резервуарами вируса, его ареал охватывает значительные территории Африки и Азии [21]. За период с 2018 по 2022 год было отмечено лишь два завозных случая за пределами Ближнего Востока – в Соединённом Королевстве и в Республике Корея²⁴. Локальность БВРС негативно сказывается на интересе СМИ к этой болезни.

На примере БВРС следует рассмотреть одну из особенностей презентации материала на сайтах информационных агентств, а именно наличие специальных разделов, по тому или иному признаку объединяющих тематические сюжеты. На странице «Коронавирус MERS» сайта РИА «Новости»²⁵ представлено 17 материалов, однако ни один из них не был нами отнесен к числу посвящённых именно БВРС, и последний из материалов датируется 19 марта 2020 года. Отобранные нами в процессе поиска сюжеты относятся к 2020 и 2018 годам. Аналогичная ситуация наблюдается на странице,

посвящённой БВРС, у агентства «Ассошиэйтед Пресс»²⁶, где именно о БВРС повествует один сюжет, относящийся к 2014 году.

Знакомясь с содержанием специальных разделов, мы столкнулись и с частично обратной ситуацией: когда какие-то материалы находились только в этих разделах и не были выявлены нами с помощью Google-поиска. В частности, в четырёх специальных разделах сайта ТАСС, посвящённых БВВЭ («Вирус Эбола – невидимая угроза миру»²⁷, «Эпидемия лихорадки Эбола»²⁸, «Эпидемия лихорадки Эбола»²⁹, «Эпидемия лихорадки Эбола»³⁰), присутствовали 18 (около 19 % от общего числа отобранных материалов по БВВЭ, равного 94) удовлетворяющих нашим критериям публикаций, не найденных при использовании Google-поиска по ключевому слову «Эбола».

Само по себе наличие специальных разделов является преимуществом и свидетельствует о том, что агентства стремятся облегчить пользователям навигацию в большом информационном массиве, выделяя важные темы. Подобные инициативы заслуживают всяческой поддержки и, при наличии соответствующих технических возможностей, дальнейшего развития.

На примере вируса Нипах мы можем видеть, как все агентства замечают знаковое событие, которым в данном случае стала вспышка в индийском штате Керала в 2018 году, но менее тщательно следят за последующими. Пропуски информации о вспышках Нипах есть у всех информационных агентств, но у российских нам удалось обнаружить важные репортажи о новом генипавирусе Лантя. Следует отметить, что, хотя вирус Нипах был обнаружен еще в 1999 году, дополнительную известность он приобрел именно в 2018 году, вызвав вспышку и гибель 17 человек в регионе, где до этого момента болезнь не фиксировалась [22]. Случаи заражения людей вирусом Нипах с частыми летальными исходами происходят ежегодно, и главным образом на территории Бангладеш, о чем становится известно в том числе из сообщений ограниченного числа локальных СМИ. Информирование об этих инцидентах центральными российскими и зарубежными агентствами могло бы способствовать сохранению еще не решенной проблемы вируса Нипах в информационной повестке.

Самым незамечаемым заболеванием из перечня ВОЗ оказалась лихорадка долины Рифт, или, как ее еще называют, Рифт-Валли. При этом все

²³ European Centre for Disease Prevention and Control. Cases of Crimean–Congo haemorrhagic fever in the EU/EEA, 2013 – present. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.ecdc.europa.eu/en/crimean-congo-haemorrhagic-fever/surveillance/cases-eu-since-2013> (дата обращения: 15.02.2024).

²⁴ World Health Organization. WHO MERS Global Summary and Assessment of Risk. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326126/WHO-MERS-RA-19.1-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (ссылка активна на 15.02.2024).

²⁵ Сайт РИА «Новости». Страница «Коронавирус MERS». [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://ria.ru/common_mers (дата обращения: 15.02.2024).

²⁶ Сайт «Ассошиэйтед Пресс». Страница, посвящённая БВРС. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://apnews.com/hub/mers> (дата обращения: 15.02.2024).

²⁷ ТАСС. Вирус Эбола – невидимая угроза миру. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://tass.ru/ebola/ugroza-rasprostraneniya-virusa/1576901> (дата обращения: 15.02.2024).

²⁸ ТАСС. Эпидемия лихорадки Эбола. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://tass.ru/tag/epidemiya-lihoradki-ebola-v-afrike> (дата обращения: 15.02.2024).

²⁹ ТАСС. Эпидемия лихорадки Эбола. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://tass.ru/epidemiya-lihoradki-ebola-v-afrike> (дата обращения: 15.02.2024).

³⁰ ТАСС. Эпидемия лихорадки Эбола. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://nauka.tass.ru/tag/epidemiya-lihoradki-ebola-v-afrike> (дата обращения: 15.02.2024).

описываемые (чуть полнее – российскими информационными агентствами) события относятся к 2018 году, в то время как происходившие в последующие годы в Африке крупные вспышки, например более 50 случаев в Мавритании в 2022 году³¹ и более 30 в 2020 году³², а также ряд менее масштабных (в Уганде³³ и Сенегале³⁴), указывают на то, что лихорадка Рифт-Валли не перестала быть проблемой общественного здравоохранения к концу 2022 года, перетекая в 2023 год [23].

Одной из выявленных особенностей публикаций о лихорадке Зика является обилие научных инфоповодов, которые у ТАСС, «Ассошиэйтед Пресс» и «Рейтер» составляют подавляющее большинство. Подобный акцент на научных исследованиях заслуживает положительной оценки и поддержки, поскольку информационно приближает нас к лучшему пониманию природы заболевания и возможных стратегий противодействия этой инфекции. Обозначая некоторый стилистический контраст, РИА «Новости» в найденных нами материалах пишет именно о заболеваемости и, что важно, в туристически привлекательных для россиян странах, и в том числе со ссылкой на Федеральную службу в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, помогая решать задачу оповещения граждан о медицинских рисках, с которыми они могут столкнуться в путешествии. Таким образом, при приблизительном паритете числа ссылок российских агентства в совокупности обеспечивают несколько более релевантную и сбалансированную презентацию проблемы лихорадки Зика, чем «Ассошиэйтед Пресс» и «Рейтер».

Развитие цифровой коммуникации создает все предпосылки к тому, чтобы информационные агентства, как активнейшие ее участники, продолжали быть важными информаторами, и в том числе в узкоспециальных вопросах. Одной из задач специалистов, в силу этого, является встраивание СМИ в личную систему формирования профессиональной осведомленности и компетенций, требующее ясного представления о СМИ как об источнике необходимых им знаний, а значит – проведения соответствующих исследований.

Одним из возможных направлений продолжения представленного исследования может быть задействование специальных программных средств и более формальных подходов, которые бы позволили расширить круг анализируемых источников и ссылок.

Кроме того, полученные в текущем исследовании цифры могут быть использованы для получения взвешенной оценки «интереса» каждого информационного агентства к каждой из тем, если в качестве знаменатели использовать общее число материалов, опубликованных информационным агентством за исследуемый период. Тем не менее в свободном доступе нам не удалось увидеть данных, необходимых для таких подсчетов.

Наконец, было бы интересно сравнить работу информационных агентств с работой профессиональных ресурсов, ориентированных на специалистов, занимающихся инфекционными заболеваниями.

Ограничения исследования. Настоящее исследование имеет ряд ограничений, повлиявших на объем и полноту выводов. Одно из таких ограничений связано с тем, что нефункциональность изначально предполагавшихся методов сбора информации с помощью поискового инструментария самих сайтов информационных агентств потребовала смены поисковой стратегии и использования Google.

Из официальной справочной информации о Google мы знаем, что «Google по большинству запросов обычно показывает не больше 40 страниц с результатами поиска. На них будет представлено несколько сотен ссылок, и обычно этого достаточно для того, чтобы получить нужную информацию. Если вам нужны более точные результаты или дополнительные сведения, попробуйте ввести похожий запрос»³⁵.

Данный ограничитель не позволил нам решить одну из главных задач исследования: получение всего объема ссылок по рассматриваемым патогенам. Мы убедились в этом, следуя рекомендации и вводя «похожие запросы». Таким образом, работа велась с той информацией, которая оказывалась в выдаче Google. Описанные поисковые лимиты Google делают полученные нами результаты неполными и не допускающими окончательных выводов.

Использование поисковых терминов только на английском и на русском языках могло не позволить выявить материалы агентств на других языках, поэтому реальное количество материалов, например на сайтах «Рейтер» и «Ассошиэйтед Пресс», могло быть большим. Доля таких материалов авторам неизвестна, но предположительно является незначительной, так как основным языком упомянутых агентств является английский.

³¹ World Health Organization. WEEKLY BULLETIN ON OUTBREAKS AND OTHER EMERGENCIES. Week 1: 26 December 2022 to 1 January 2023. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/365512/OEW01-26122010123.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 15.02.2024).

³² World Health Organization. WEEKLY BULLETIN ON OUTBREAKS AND OTHER EMERGENCIES. Week 1: 27 December 2020 – 3 January 2021. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338413/OEW01-271203012021.pdf> (дата обращения: 15.02.2024).

³³ World Health Organization. WEEKLY BULLETIN ON OUTBREAKS AND OTHER EMERGENCIES. Week 1: 30 December 2019 – 5 January 2020. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330353/OEW01-05012020.pdf> (дата обращения: 15.02.2024).

³⁴ World Health Organization. WEEKLY BULLETIN ON OUTBREAKS AND OTHER EMERGENCIES. Week 1: 27 December 2020 – 3 January 2021. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338413/OEW01-271203012021.pdf> (дата обращения: 15.02.2024); World Health Organization. WEEKLY BULLETIN ON OUTBREAKS AND OTHER EMERGENCIES. Week 1: 27 December 2021 – 2 January 2022. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/350967/OEW01-271202012022.pdf> (дата обращения: 15.02.2024).

³⁵ Справка – Google Поиск. Как получить больше результатов поиска. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://support.google.com/websearch/answer/9603785?hl=ru> (дата обращения: 15.02.2024).

³⁶ Сайт Рейтер. Результаты поиска по запросу «Ebola». [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.reuters.com> (дата обращения: 29.08.2023).

Следует также отметить, что, в соответствии с критериями невключения, поиск не проводился по трем патогенам перечня ВОЗ: COVID-19, ТОРИ и «болезнь икс».

Заключение. Полученные нами результаты позволяют предположить, что ни одно из агентств не может претендовать на отсутствие пропусков важной информации, однако рассмотренные нами агентства в значительной степени дополняют друг друга. По этой причине слежение за новостными лентами нескольких агентств будет давать более полную информационную картину, а сочетание западных и российских агентств позволит не пропустить публикации, релевантные для аудиторий в разных странах.

Если перед специалистом стоит узкая задача не пропустить новую значимую вспышку, то в целом российские информационные агентства могут быть очень надежным подспорьем и решить эту задачу не хуже западных, компенсируя отдельные «незамеченные» вспышки другими «замеченными», а также широкой палитрой акцентов на актуальных именно для России аспектах распространения инфекций и борьбы с ними.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Стрыгина О.А. Работа Интернет-СМИ в период чрезвычайных ситуаций и пандемий. В сб.: Проблемы массовой коммуникации. Материалы международной научно-практической конференции исследователей и преподавателей журналистики, рекламы и связей с общественностью. 14–16 мая 2020 г. Воронеж; 2020. С. 85–87.
2. Strygina OA. [Work of Internet media during emergencies and pandemics.] In: Tulupov VV, ed. *Problems of Mass Communication: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Researchers and Teachers of Journalism, Advertising and Public Relations, Voronezh, May 14–16, 2020*. Voronezh: Voronezh State University; 2020;1:85–87. (In Russ.)
3. Togami E, Griffith B, Mahran M, et al. The World Health Organization's public health intelligence activities during the COVID-19 pandemic response, December 2019 to December 2021. *Euro Surveill*. 2022;27(49):2200142. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2022.27.49.2200142
4. Bhatia S, Lassmann B, Cohn E, et al. Using digital surveillance tools for near real-time mapping of the risk of infectious disease spread. *NPJ Digit Med*. 2021;4(1):73. doi: 10.1038/s41746-021-00442-3
5. MacIntyre CR, Chen X, Kunasekaran M, et al. Artificial intelligence in public health: The potential of epidemic early warning systems. *J Int Med Res*. 2023;51(3):3000605231159335. doi: 10.1177/03000605231159335
6. Wilburn J, O'Connor C, Walsh AL, Morgan D. Identifying potential emerging threats through epidemic intelligence activities – looking for the needle in the haystack? *Int J Infect Dis*. 2019;89:146–153. doi: 10.1016/j.ijid.2019.10.011
7. Carrion M, Madoff LC. ProMED-mail: 22 years of digital surveillance of emerging infectious diseases. *Int Health*. 2017;9(3):177–183. doi: 10.1093/inthealth/ihx014
8. Barber NC, Stark LA. Online resources for understanding outbreaks and infectious diseases. *CBE Life Sci Educ*. 2015;14(1):fe1. doi: 10.1187/cbe.14-12-0221
9. Фанфан В. Особенности освещения эпидемии COVID-19 в Китае в материалах ИТАР-ТАСС // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета: Журналистика. Образование. Словесность. 2021. Т. 1. № 3. С. 72–86. doi: 10.24334/KBSU.2021.1.3.007
10. Fangfang W. Features of coverage in the materials of TASS. *Vestnik Kabardino-Balkarskogo Gosudarstvennogo Universiteta: Zhurnalistika. Obrazovaniye. Slovesnost'*. 2021;1(3):72–86. (In Russ.) doi: 10.24334/KBSU.2021.1.3.007
11. Al-Salman S, Haider AS. The representation of COVID-19 and China in Reuters' and Xinhua's headlines. *SEARCH (Malaysia)*. 2021;13(1):93–110.
12. Pathak R, Poudel DR, Karmacharya P, et al. YouTube as a source of information on Ebola virus disease. *N Am J Med Sci*. 2015;7(7):306–309. doi: 10.4103/1947-2714.161244
13. Basch CH, Basch CE, Ruggles KV, Hammond R. Coverage of the Ebola virus disease epidemic on YouTube. *Disaster Med Public Health Prep*. 2015;9(5):531–535. doi: 10.1017/dmp.2015.77
14. Yang J, Lee S. Framing the MERS information crisis: An analysis on online news media's rumour coverage. *J Contingencies Crisis Manag*. 2020;28(4):386–398. doi: 10.1111/1468-5973.12292
15. Kim J, Ahn I. Infectious disease outbreak prediction using media articles with machine learning models. *Sci Rep*. 2021;11(1):4413. doi: 10.1038/s41598-021-83926-2
16. Kim Y. Outbreak news production as a site of tension: Journalists' news-making of global infectious disease. *Journalism (Lond)*. 2022;23(1):171–188. doi: 10.1177/1464884920940148
17. Van Kerkhove MD, Ryan MJ, Ghebreyesus TA. Preparing for „Disease X”. *Science*. 2021;374(6566):377. doi: 10.1126/science.abm7796
18. Tsou TP. Sudan virus disease – A quick review. *J Formos Med Assoc*. 2024;123(1):16–22. doi: 10.1016/j.jfma.2023.06.001
19. Makenov MT, Boumbaly S, Tolno FR, et al. Marburg virus in Egyptian Rousettus bats in Guinea: Investigation of Marburg virus outbreak origin in 2021. *PLoS Negl Trop Dis*. 2023;17(4):e0011279. doi: 10.1371/journal.pntd.0011279
20. Sah R, Mohanty A, Reda A, Siddiq A, Mohapatra RK, Dhama K. Marburg virus re-emerged in 2022: Recently detected in Ghana, another zoonotic pathogen coming up amid rising cases of Monkeypox and ongoing COVID-19 pandemic – global health concerns and counteracting measures. *Vet Q*. 2022;42(1):167–171. doi: 10.1080/01652176.2022.2116501
21. Aleke CO, Mong EU, Obande-Ogbuinye EN, Omaka-Amari LN, Ngwakwe PC, Nashwan AJ. Re-emergence of Lassa fever outbreaks in Africa with ongoing threat from COVID-19. *J Med Surg Public Health*. 2023;1:100005. doi: 10.1016/j.jlmedi.2023.100005
22. Волюнкина А.С., Ткаченко Н.О., Малецкая О.В. и др. Крымская геморрагическая лихорадка: эпидемиологическая и эпизоотологическая ситуация в Российской Федерации в 2022 г., прогноз заболеваемости на 2023 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2023. № 2. С. 6–12. doi: 10.21055/0370-1069-2023-2-6-12
23. Волюнкина АС, Ткаченко НО, Маletzкая ОВ, et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever: Epidemiological and epizootiological situation in the Russian Federation in 2022, incidence forecast for 2023. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2023;(2):6–12. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2023-2-6-12
24. Islam MM, Khanom H, Farag E, et al. Global patterns of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) prevalence and seroprevalence in

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-6-26-355>
Original Research Article

- camels: A systematic review and meta-analysis. *One Health*. 2023;16:100561. doi: 10.1016/j.onehlt.2023.100561
22. Uwishema O, Wellington J, Berjaoui C, Muoka KO, Onyeaka CVP, Onyeaka H. A short communication of Nipah virus outbreak in India: An urgent rising concern. *Ann Med Surg (Lond)*. 2022;82:104599. doi: 10.1016/j.amsu.2022.104599
23. Kabami Z, Ario AR, Migisha R, et al. Notes from the field: Rift Valley fever outbreak – Mbarara District, Western Uganda, January–March 2023. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2023;72(23):639-640. doi: 10.15585/mmwr.mm7223a6

Сведения об авторах:

✉ **Петров** Владимир Николаевич – помощник генерального директора по информационно-аналитической работе; e-mail: vnpetrov@vector.nsc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3270-8412>.

Непомнящих Татьяна Сергеевна – к.б.н., ученый секретарь; e-mail: nepomnyashchih_ts@vector.nsc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0592-8273>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Непомнящих Т.С., Петров В.Н.*; сбор данных, анализ и интерпретация результатов, подготовка проекта рукописи: *Петров В.Н.* Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

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

Финансирование: исследование выполнено в рамках государственного задания ФБУН «ГНЦ ВБ «Вектор»» Роспотребнадзора.

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

Статья получена: 27.09.23 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликовано: 28.06.24

Author information:

✉ Vladimir N. Petrov, Assistant of Director-General for Information Analysis; e-mail: vnpetrov@vector.nsc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3270-8412>.

Tatiana S. Nepomnyashchikh, Cand. Sci. (Biol.), Academic Secretary; e-mail: nepomnyashchih_ts@vector.nsc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0592-8273>.

Author contributions: study conception and design: *Nepomnyashchikh T.S., Petrov V.N.*; data collection, analysis and interpretation of results, draft manuscript preparation: *Petrov V.N.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The study received no external funding and was conducted within the state assignment of the State Research Center of Virology and Biotechnology VECTOR.

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

Received: September 27, 2023 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024



Выбор и апробация показателей вариативности динамических рядов, характеризующих среду обитания и здоровье населения

Н.В. Ефимова¹, Е.В. Бобкова², З.А. Зайкова³

¹ ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», ул. 12А микрорайон, д. 3а, г. Ангарск, Иркутская обл., 665826, Российская Федерация

² ОГКУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр Иркутской области», ул. Грязнова, д. 1, г. Иркутск, 664003, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Красного восстания, д. 1, г. Иркутск, 664003, Российская Федерация

Резюме

Введение. Комплекс факторов среды обитания на отдельно взятой территории пространственно разнообразен и динамичен, однако опыт применения статистических показателей изменчивости почти не представлен.

Цель исследования: выявить наиболее информативные критерии вариативности показателей, характеризующих среду обитания и здоровье населения на примере промышленного центра.

Материалы и методы. Рассмотрены 5 критериев (медиана, интерквартильный размах, стандартное отклонение, среднегодовой темп прироста/снижения, коэффициент вариации), применяемых для описания коротких вариационных рядов. Проведен анализ вариативности в системе «среда обитания – здоровье населения» г. Братска по 25 показателям, включающим характеристики загрязнения атмосферного воздуха, климата, социально-экономического состояния, приверженности населения принципам здорового образа жизни, здоровья населения за 2011–2021 гг. Использованы корреляционный и регрессионный анализы.

Результаты. Обосновано применение для анализа систем «среда обитания – здоровье населения» коэффициентов вариации и темпа прироста/снижения. Среди элементов системы в г. Братске у 56 % характеристик выявлена незначительная вариативность; распространенность оптимального питания, табакокурения, достаточной физической активности; стоимость основных фондов и заработная плата попали в диапазон слабой вариативности; загрязнение атмосферного воздуха и потребление наркосодержащих веществ – умеренной; распространенность злоупотребления алкоголем и объем инвестиций в основной капитал – заметной вариативности. Характеристики здоровья населения в изучаемый период были менее вариативны, чем показатели среды обитания, что, вероятно, является отражением адаптивных возможностей популяции.

Заключение. Для применения в практической деятельности специалистов в области анализа зависимости здоровья населения от факторов риска предложено использовать показатели среднегодового темпа прироста/снижения и коэффициент вариации. Преимуществами совместного применения данных показателей являются: возможность выявить не только разброс изучаемых характеристик, но и направленность динамики; отсутствие зависимости от численного представления рассматриваемых характеристик.

Ключевые слова: вариативность, методы, факторы среды, образ жизни, здоровье населения.

Для цитирования: Ефимова Н.В., Бобкова Е.В., Зайкова З.А.. Выбор и апробация показателей вариативности динамических рядов, характеризующих среду обитания и здоровье населения // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 36–44. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-36-44

Selection and Testing of Variability Indicators of the Time Series Characterizing the Environment and Population Health

Natalia V. Efimova,¹ Elena V. Bobkova,² Zoia A. Zaikova³

¹ East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 3a, 12A Microdistrict Street, Angarsk, Irkutsk Region, 665826, Russian Federation

² Medical Information Analysis Center of the Irkutsk Region, 1 Gryaznov Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation

³ Irkutsk State Medical University, 1 Krasnogo Vosstaniya Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation

Summary

Introduction: The complex of environmental factors on a single territory is spatially diverse and dynamic, but there is almost no experience in using statistical indicators of variability.

Objective: To identify the most informative criteria of variability of the indicators characterizing the environment and population health using the example of an industrial city.

Materials and methods: We have considered five criteria (median, interquartile range, standard deviation, average annual growth rate, and coefficient of variation) used to describe short variation series. The analysis of variability in the “environment – population health” system of the city of Bratsk was carried out using 25 indicators, including characteristics of ambient air pollution, climate, socio-economic status, commitment to a healthy lifestyle, and population health for the years 2011 to 2021. Correlation and regression analysis were used.

Results: We have substantiated the use of coefficients of variation and growth rates for the analysis of the “environment – population health” systems. Among the elements of the system, 56 % of the characteristics in the city of Bratsk showed minor variability; the prevalence of healthy eating, smoking, and sufficient physical activity; the cost of fixed assets and wages fell into the range of low variability; air pollution and drug use – moderate one, while the prevalence of alcohol abuse and the volume of investment in fixed assets demonstrated noticeable variability. Population health characteristics during the study period were less variable than environmental indicators, which is likely a reflection of the adaptive capabilities of the population.

Conclusion: For the practical use by specialists analyzing the relationship between risk factors and population health, it is proposed to use the average annual growth rate and the coefficient of variation. The advantages of the combined use of these indicators include the ability to identify not only the spread of the characteristics being studied, but also their trends, and no dependence on numerical representation of the characteristics considered.

Keywords: variability, methods, environmental factors, lifestyle, population health.

Cite as: Efimova NV, Bobkova EV, Zaikova ZA. Selection and testing of variability indicators of the time series characterizing the environment and population health. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):36–44. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-36-44

Введение. Современным направлением исследований становится моделирование зависимостей здоровья от различных факторов с различными сценариями [1–6]. Авторы считают, что оценка полного эффекта изменений комплекса факторов различной природы пока невозможна, но при этом рекомендуют включать широкий перечень детерминант здоровья в будущие модели для более адекватного изучения их влияния, а также смягчения последствий и адаптации [6, 7]. Вариативность (изменчивость) факторов среды обитания определяет необходимость развития компенсаторно-приспособительных механизмов как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях. Изменчивость факторов среды обитания обуславливает пространственно-территориальное и иерархическое разнообразие уровней их влияния на состояние здоровья населения, риски для развития болезней на различных территориях [1, 5, 8].

Для предотвращения негативного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения в регионах России продолжается реализация анализа данных мониторинга Росгидромета и социально-гигиенического мониторинга Роспотребнадзора [8, 9–11]. В субъектах Байкальского региона особенно актуальна проблема сохранения среды обитания при развитии социально-экономического потенциала, решить которую возможно только при принятии согласованных рациональных и эффективных управленческих решений [12]. Одной из успешных стратегий в данной области является решение проблем программно-целевым методом, что в настоящее время реализуется в рамках федеральной программы «Экология».

В современных исследованиях наибольшее внимание уделяется изменению климата [2, 13, 14] и его влиянию на живые организмы [9, 16, 17]. Многолетние информационные массивы о метеопараметрах анализируются с помощью различных, достаточно сложных, математико-статистических методов, в т. ч. вейвлет-анализа, байесовских систем и др. [18, 19]. Меньшее внимание уделяется изменению других не менее важных факторов среды обитания, связанных с деятельностью человека (социально-экономических, качества атмосферного воздуха и питьевой воды, доступности медицинской помощи и др.). Опыт оценки изменчивости параметров в течение относительно коротких временных рядов практически не представлен.

Цель исследования: выявить наиболее информативные критерии вариативности показателей, характеризующих среду обитания и здоровье населения на примере промышленного центра.

Материалы и методы. В качестве территории исследования выбран г. Братск – крупный промышленно-энергетический центр Сибири, который является участником проекта «Чистый воздух». Среднегодовая численность населения в период исследования колебалась от 245,1 тыс. человек в 2011 г. до 223,8 тыс. человек в 2021 г. Для изучения системы «среда обитания – здоровье населения» (СО – ЗН) г. Братска были выбраны 25 показателей за 2011–2021 гг.: 2 – по характеристике загрязнения атмосферного воздуха; 3 – по климату; 7 соци-

ально-экономических показателей; 6 – по образу жизни; 7 показателей здоровья населения (табл. 1).

Исследование включало два этапа. На первом этапе проведен описательный анализ данных, которые представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (Me, IQR). Для каждого из представляющих интерес параметров среды обитания вариативность характеризовали с помощью стандартного отклонения показателей в течение 11 лет, предшествующих продольному этапу исследования (SD), среднегодовых темпов прироста/снижения (Тпр) и коэффициентов вариации (CV). В связи с небольшим числом наблюдений (11 лет) для выбора показателей вариативности для оценки изменения социально-гигиенической ситуации использованы иерархический метод кластерного и тест Спирмена корреляционного анализов.

На втором этапе дана оценка вариативности показателей по наиболее информативным характеристикам. Для оценки степени разнообразия использовали следующие градации: $CV < 16,7\%$ – незначительная вариативность; $33,3 > CV \geq 16,7\%$ – слабая; $50 > CV \geq 33,3\%$ – умеренная; $66,7 > CV \geq 50,0\%$ – заметная вариативность [20]. Все показатели разделены на 2 группы по критериальному значению среднегодового темпа прироста/снижения в $\pm 3,0\%$. Далее проведена группировка показателей по коэффициенту вариации. Кроме того, для оценки изменчивости показателей использовался графический метод и полиномиальные уравнения с коэффициентами аппроксимации (R^2). Ассоциированность факторов с коэффициентом смертности как наиболее однозначным показателем потерь популяционного здоровья оценивалась с помощью корреляционного анализа (тест Спирмена), значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым. Статистический анализ проводился на основе программного обеспечения Statistica версии 10.0 и Microsoft Excel.

Результаты. Результаты оценки вариативности показателей, включенных в систему «СО-ЗН», представлены в табл. 2.

Показатели вариативности разделены на три кластера: 1-й включал только Me; 2-й объединит SD и IQR; 3-й представлен Тпр и CV. Отметим, что 1-й и 2-й кластеры представлены непосредственно в единицах измерения характеристик СО и ЗН, а 3-й – показателями, нормированными относительно средних и переведенными в %. Из всех рассмотренных показателей вариативности наиболее удален 1-й кластер, евклидово расстояние между 1-м и 2-м кластерами составило 15,18; 1-м и 3-м – 27,53, расстояние между 2-м и 3-м кластерами = 12,34.

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о почти полной связи между Me, SD и IQR ($r = 0,99$, $p = 0,000$) (табл. 3). Зависимость между CV и среднегодовым темпом прироста статистически значима ($r = -0,51$, $p = 0,032$), но имеет обратную направленность, и, следовательно, совместно эти показатели будут достаточно полно характеризовать вариативность изучаемых характеристик.

На втором этапе при ранжировании по CV у 56 % рассматриваемых характеристик выявлена незначительная вариативность; распространенность

Таблица 1. Перечень показателей среды обитания и показателей популяционного здоровья населения г. Братска с условными обозначениями

Table 1. The list of indicators of environment and population health in the city of Bratsk with symbols

Группа показателей / Group of indicators	Наименование показателя / Indicator name	Условное обозначение / Symbol
Загрязнение атмосферного воздуха / Air pollution	Объем валовых выбросов, тыс. т/год / Volume of gross emissions, thousand tons per year	X ₁
	Интегральный показатель загрязнения атмосферы «Р» / Integral indicator of air pollution «P»	X ₂
Климатические параметры / Climatic parameters	Атмосферное давление, мм рт. ст. / Atmospheric pressure, mm Hg	X ₃
	Относительная влажность, % / Relative humidity, %	X ₄
	Среднегодовая температура, °F / Average annual temperature, °F	X ₅
Социально-экономические показатели / Socio-economic indicators	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников, занятых на крупных и средних предприятиях, руб. / Average monthly nominal accrued salary of workers employed at large and medium-sized enterprises, rub.	X ₆
	Общая площадь жилых помещений, кв. м/чел. / Total area of residential premises, sq.m/person	X ₇
	Обеспеченность врачами на 10 тыс. населения / Availability of doctors, per 10,000 population	X ₈
	Укомплектованность врачебными кадрами физлиц к штатным, % / Staffing of medical personnel of individuals to full-time ones, %	X ₉
	Обеспеченность койками круглосуточного пребывания на 10 тыс. населения / hospital beds, per 10,000 population	X ₁₀
	объем инвестиций в основной капитал, за исключением бюджетных средств, руб./чел. / Volume of investments in fixed assets, excluding budgetary funds, rub./person.	X ₁₁
	Полная учетная стоимость основных фондов предприятий, руб. / Full accounting value of fixed assets of enterprises, rub.	X ₁₂
Характеристики образа жизни / Lifestyle characteristics	Встречаемость факторов риска НИЗ (отягощенная наследственность БСК, ЗНО, ХОБЛ, СД)* на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Occurrence of risk factors of NCD (family history of cardiovascular diseases, cancer, COPD, diabetes),* per 100 people examined	X ₁₃
	Распространенность оптимального питания на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Prevalence of healthy eating, per 100 people examined	X ₁₄
	Распространенность табакокурения на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Prevalence of tobacco smoking, per 100 people examined	X ₁₅
	Достаточная физическая активность на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Sufficient physical activity, per 100 people examined	X ₁₆
	Распространенность избыточного потребления алкоголя на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Prevalence of excessive alcohol consumption, per 100 people examined	X ₁₇
	Распространенность потребления наркосодержащих веществ на 100 чел., прошедших диспансеризацию / Prevalence of drug use, per 100 people examined	X ₁₈
Показатели здоровья населения / Population health indicators	Коэффициент смертности на 1000 чел. / Mortality rate, per 1,000 population	X ₁₉
	Общая заболеваемость на 100 тыс. чел. / Prevalence rate, per 100,000 population	X ₂₀
	Общая заболеваемость злокачественными новообразованиями на 100 тыс. чел. / Prevalence of malignant neoplasms, per 100,000 population	X ₂₁
	Общая заболеваемость болезнями системы кровообращения на 100 тыс. чел. / Prevalence of diseases of the circulatory system, per 100,000 population	X ₂₂
	Общая заболеваемость болезнями органов дыхания на 100 тыс. чел. / Prevalence of respiratory diseases, per 100,000 population	X ₂₃
	Инвалидность детей на 1000 чел. / Child disability, per 1,000 population	X ₂₄
	Инвалидность взрослых на 1000 чел. / Adult disability, per 1,000 population	X ₂₅

Примечание: * НИЗ – хронические неинфекционные заболевания; БСК – болезни системы кровообращения, ЗНО – злокачественные новообразования, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких, СД – сахарный диабет.

Notes: *NCD, non-communicable diseases; COPD, chronic obstructive pulmonary disease.

оптимального питания, табакокурения, достаточной физической активности; стоимость основных фондов и заработная плата попали в диапазон слабой вариативности CV загрязнения атмосферного воздуха = 35,4 %, потребление наркосодержащих веществ = 45,6 %, что свидетельствует об умеренной вариативности. Отмечена заметная вариативность по распространенности избыточного потребления алкоголя и объему инвестиций в основной капитал (CV ≥ 50,0 %).

По среднегодовому темпу прироста/снижения все анализируемые показатели можно разделить на 2 группы. В первую группу, с незначительным среднегодовым темпом прироста/снижения (от –3,0 до +3,0 %), вошли 14 показателей: X₂–X₅, X₇–X₁₁, X₂₀, X₂₂–X₂₅. Вторую группу, с более значительным среднегодовым темпом прироста/снижения (более ±3,0 %), составили остальные 11 показателей.

Практически у всех показателей, отнесенных к первой группе с незначительными среднегодовыми

Таблица 2. Характеристика вариативности показателей среды обитания и здоровья населения Братска за 2011–2021 гг.**Table 2. Description of variability of environmental and population health indicators in Bratsk in 2011–2021**

Показатели / Indicators	Me	IQR	Трп, % / Growth rate, %	SD	CV, %
x_1	159	50,3	–3,1	19	12,8
x_2	24	27	–0,9	10	35,4
x_3	718	9	–0,1	5	0,7
x_4	71	5	–0,6	5	7,2
x_5	32	3	–0,62	2	7,2
x_6	40943	19308	8,9	4	26,4
x_7	23	2	1,1	1	4,0
x_8	25	3,6	0,9	11293	5,2
x_9	47	5,1	0,3	1	4,3
x_{10}	53	4,9	–0,7	1	2,9
x_{11}	103190	61291	–2,5	2	55,6
x_{12}	19281301	1415852	7,1	2	18,2
x_{13}	35	22,4	4,9	66105	16,5
x_{14}	75	68,1	–6,9	3395971	31,2
x_{15}	35	26,6	–7,5	6	29,0
x_{16}	50	48,3	–5,2	21	29,3
x_{17}	8	9,4	–9,2	9	52,6
x_{18}	6	4,5	–9,0	13	45,6
x_{19}	14	6,7	3,9	4	13,6
x_{20}	190800	48295,5	1,2	2	8,2
x_{21}	5393	1887,3	3,5	2	12,4
x_{22}	26148	6859,2	–1,0	15457	8,4
x_{23}	46957	13805,4	3,0	640	7,9
x_{24}	21	1,7	–0,6	2220	2,9
x_{25}	88	14,7	–0,6	3751	5,3

Примечание: Me – медиана, IQR – размах, Трп – среднегодовой темп прироста/снижения, SD – стандартное отклонение, CV – коэффициент вариации.

Notes: Me, median, IQR, interquartile range; Трп, average annual growth rate; SD, standard error; CV, coefficient of variation.

Таблица 3. Матрица корреляционных связей между показателями вариативности характеристик среды обитания и здоровья**Table 3. The matrix of correlations between indicators of variability of environmental and population health characteristics**

	Me	Трп / growth rate	IQR	SD	CV
Me	1,0	–	–	–	–
Трп / growth rate	0,33	1,0	–	–	–
IQR	0,99	0,34	1,0	–	–
SD	0,99	0,34	0,99	1,0	–
CV	0,02	–0,51	0,04	0,02	1,0

темпами прироста/снижения, коэффициенты вариации менее 16,7 %, исключение составили: загрязнение атмосферного воздуха (x_2) и объем инвестиций (x_{11}).

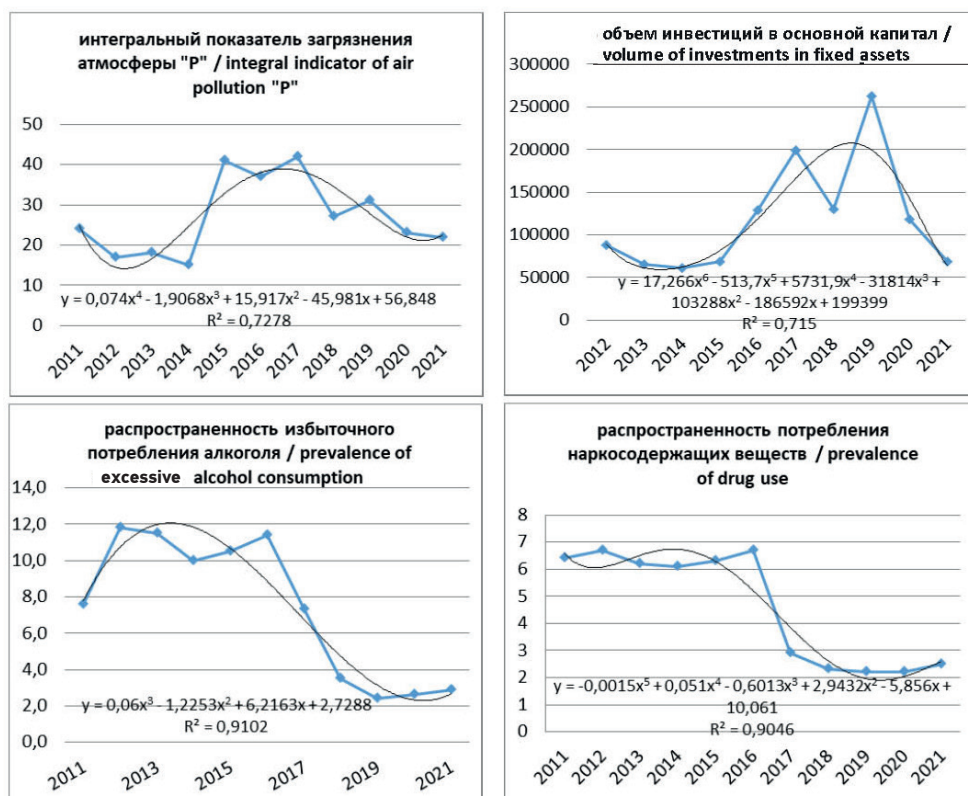
Во второй группе показателей, где наблюдались среднегодовые темпы прироста/снижения более ± 3 %, можно отметить 2 подгруппы: 1) 4 показателя с незначительными коэффициентами вариации до 16,7 % (x_1 , x_{13} , x_{19} , x_{21}); 2) 5 характеристик со слабыми коэффициентами вариации от 16,7 до 33,3 % (x_6 , x_{12} , x_{14} – x_{16}).

В динамических рядах четырех показателей коэффициенты вариации более 33,3 %, что свидетельствует о чрезвычайно высокой вариативности (или неоднородности) значений за исследуемый период: x_2 , x_{11} , x_{17} и x_{18} , что наглядно представлено на рисунке. Интегральный показатель загряз-

нения атмосферного воздуха имел тенденцию к снижению в периоды 2011–2014 и 2017–2021 гг., причем уровень 2011 и 2021 гг. не имеют различий «Р» (2011 г. – 24; 2021 г. – 22). Объем инвестиций в основной капитал имеет «пики» в 2017 и 2019 гг., когда уровни превышали показатели других годов в 2–5 раз. В динамике распространенности потребления алкоголя и наркосодержащих веществ отмечается стабильное снижение с 2017 года в 6 и 3 раза соответственно.

Вариативность исследуемых характеристик по группам представлена в табл. 4.

При изучении ассоциированности коэффициента смертности с показателями среды обитания, образа жизни выявлены как прямые статистически связи (с заработной платой $r = 0,71$ ($p = 0,049$); средней

**Рисунок.** Динамика наиболее вариативных характеристик ($x_2, x_{11}, x_{17}, x_{18}$) в г. Братске за 2011–2021 гг.**Figure.** Dynamics of the most variable characteristics ($x_2, x_{11}, x_{17}, x_{18}$) in Bratsk in 2011–2021

площадью жилых помещений $r = 0,68$ ($p = 0,050$); распространенностью факторов риска ХНИЗ $r = 0,81$ ($p = 0,029$); табакокурения $r = 0,79$ ($p = 0,036$); так и обратные (с распространенностью приверженности принципам оптимального питания $r = -0,76$ ($p = 0,045$) и достаточной физической активностью $r = -0,68$ ($p = 0,05$)). На уровне тенденций отмечена зависимость от обеспеченности врачами $r = 0,53$ ($p = 0,062$); укомплектованности медицинскими кадрами $r = -0,51$ ($p = 0,065$); обеспеченности койками круглосуточного пребывания $r = -0,38$ ($p = 0,07$).

Обсуждение. Целью многих современных исследований по-прежнему остается изучение факторов риска здоровью населения, изменяющихся с течением времени: индикаторов СО [1, 10, 21] и образа жизни [22–25] для выявления неблагоприятных последствий, взаимосвязи показателей, анализа

и оценки ситуации, дальнейшего прогноза, разработки и корректировки мер профилактики. Для того чтобы получить надежную оценку вариативности рассматривались пять статистических показателей, отражающих изменчивость вариационного ряда. Все они показали свою применимость для решения задач описания динамики [11, 26]. Мы включили в число таких показателей медиану и ее интерквартильный размах как характеристики средней величины, широко применяемые при описании рядов с непараметрическим распределением и при малом числе наблюдений. Стандартное отклонение было рассмотрено, поскольку это наиболее часто используемый показатель для оценки изменчивости факторов риска, а коэффициент вариации встречается в исследованиях относительно редко. Среднегодовой темп прироста – один из ключевых

Таблица 4. Матрица показателей «среда обитания – здоровье населения» Братска за 2011–2021 гг. по уровню вариативности**Table 4.** The matrix of “environment – population health” indicators in Bratsk in 2011–2021 by the level of variability

Группа показателей / Group of indicators	Уровень вариативности / Variability level			
	незначительный / insignificant	слабый / low	умеренный / moderate	заметный / noticeable
Загрязнение атмосферного воздуха / Air pollution	–	x_1	–	x_2
Климат / Climate	x_3, x_4, x_5	–	–	–
Социально-экономические показатели / Socio-economic indicators	$x_7 - x_{10}$	x_{12}	x_6	x_{11}
Образ жизни / Lifestyle	–	x_{13}	$x_{14} - x_{16}$	x_{17}, x_{18}
Здоровье населения / Population health	$x_{20}, x_{22} - x_{25}$	x_{19}, x_{21}	–	–

показателей, применяемых в эпидемиологических исследованиях, который в отличие от всех других показателей отражает направленность тренда к снижению или росту. В результате проведенных нами исследований были выбраны два показателя: коэффициент вариации и темп прироста, имеющие статистически значимые связи и позволяющие отразить вариативность не по средним параметрам (как, например, Ме или стандартное отклонение), а по поведению изучаемых характеристик среды обитания в течение всего периода наблюдения. Кроме того, к достоинствам указанных методов можно отнести простоту расчетов, реализованность во встроенных программных комплексах, что позволяет их использовать в практической деятельности врачей при анализе данных социально-гигиенического мониторинга.

При апробации показателей вариативности нами установлено, что за 11 лет мало изменились факторы, характеризующие климат г. Братска, а показатели загрязнения воздуха имели как незаметный (валовые выбросы), так и значительный (интегральный показатель «Р») уровень вариативности. В динамике «Р» выявлен рост в середине периода наблюдения и снижение в 2019–2021 гг., что на фоне сохранения эмиссии от стационарных источников может быть связано с реализацией проекта «Чистый воздух» [27]. Однако анализ динамики концентраций аэро-поллютантов за 30 лет не позволил выявить снижение риска здоровью, связанного с загрязнением приземных слоев атмосферного воздуха [28]. По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году», в атмосферном воздухе было зарегистрировано превышение ПДК по 33,3 % исследуемых веществ¹. В течение 10 лет наиболее разнообразно менялись показатели двух других групп СО. Для динамики большинства социально-экономических показателей были характерны малые уровни вариативности, рост и значительная вариативность выявлены для заработной платы работников и полной учетной стоимости основных фондов предприятий. Среди показателей по образу жизни населения следует отметить положительный факт – заметная вариативность за счет снижения распространенности жителей с привычными бытовыми интоксикациями (потреблением алкоголя и наркотических веществ). По данным статистической формы 11, темп убыви пациентов с диагнозом «синдром зависимости от наркотических веществ» в Российской Федерации за 2000–2020 годы составил –83,1 %, с диагнозом «синдром зависимости от алкоголя» – –69,1 %, в Сибирском федеральном округе – –85,4 и –67,4 % соответственно [29]. Группа характеристик здоровья населения г. Братска в течение 2011–2021 гг. была менее вариативна, чем группы показателей СО. Подобные явления, по мнению ряда авторов, являются отражением адаптивных возможностей популяции [7, 30–32]. Однако недавние данные свидетельствуют о том, что изменчивость факторов риска с течением времени может быть независимым

фактором риска развития сердечно-сосудистых осложнений или увеличения общей смертности [3, 33]. Авторы показали, что изменчивость отдельных факторов риска может обеспечивать дополнительный и независимый сердечно-сосудистый риск, не имеющий прямой связи с величиной и продолжительностью аномального уровня экспозиции. В связи с этим можно предположить, что даже временное увеличение химического загрязнения атмосферного воздуха, пренебрежение здоровьесбережением на индивидуальном уровне могут привести к нарушениям здоровья [22].

С помощью коэффициентов корреляции при анализе среднегодовых данных выявлена зависимость коэффициента смертности от социально-экономических показателей, обеспеченности медицинскими ресурсами, приверженности населения принципам здорового образа жизни. Отсутствие связи смертности с климатическими факторами и загрязнением атмосферного воздуха отражает ограничения использования среднегодовых данных для выявления указанных зависимостей и высокую ассоциированность их при изучении суточных данных [4, 34, 35].

Ограничения исследования. Учитывая структуру исследования, возможность обобщения результатов может быть ограничена, и нельзя исключить наличие искажающих факторов. Так, в число используемых характеристик вариативности не попали стандартное отклонение и медиана, что связано наряду с другими причинами и с большими численными различиями между изучаемыми характеристиками среды обитания и здоровья. Возможным устранением этого мешающего влияния может быть приведение к близкой размерности включенных в рассмотрение параметров. Ограничением использования CV является анализ отрицательных величин, в связи с чем среднегодовые температуры были представлены в шкале Фаренгейта, а не Цельсия. В работе не учитывалась вариативность других факторов риска, например доступность неотложной медицинской помощи, мы не проверяли возможную мультиколлинеарность среди изменчивости нескольких факторов риска, возможно, упуская из виду взаимозависимость между различными показателями. Кроме того, при изучении ассоциированности смертности с загрязнением атмосферного воздуха оценка загрязнения представлена интегральным показателем «Р», в котором отдельные поллютанты могли иметь разнонаправленное действие на организм.

Заключение. Из числа показателей, характеризующих вариационные ряды, широко применяемых в практической деятельности специалистов в области социально-гигиенического мониторинга, медицинской статистики, эпидемиологии, для оценки вариативности предложены среднегодовой темп прироста/снижения и коэффициент вариации. Преимуществами совместного применения данных показателей являются: возможность показать не только разброс изучаемых характеристик, но и направленность динамики; отсутствие зависимости от численного представления рассматриваемых

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году: государственный доклад. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=25076 (дата обращения 24.04.2024)

характеристик. Уровень вариативности отдельных показателей модели «ОС – ЗН» г. Братска за период 2011–2021 гг. был разнообразен – от незначительного до заметного. В течение исследуемого периода незначительная вариативность среди среднегодовых показателей СО г. Братска наблюдалась по показателям климата, а наиболее разнообразная изменчивость характерна для социально-экономических показателей, загрязнения атмосферного воздуха. Выявлено значительное снижение рас пространенности потребления наркосодержащих веществ и злоупотребления алкоголя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Liu Y, Tong D, Cheng J, *et al.* Role of climate goals and clean-air policies on reducing future air pollution deaths in China: A modelling study. *Lancet Planet Health*. 2022;6(2):e92–e99. doi: 10.1016/S2542-5196(21)00326-0
- Williams ML, Lott MC, Kitwiroon N, *et al.* The Lancet Countdown on health benefits from the UK Climate Change Act: A modelling study for Great Britain. *Lancet Planet Health*. 2018;2(5):e202–e213. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30067-6
- von Schneidmesser E, Driscoll C, Rieder HE, Schiferl LD. How will air quality effects on human health, crops and ecosystems change in the future? *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. 2020;378(2183):20190330. doi: 10.1098/rsta.2019.0330
- Chen K, Vicedo-Cabrera AM, Dubrow R. Projections of ambient temperature and air pollution-related mortality burden under combined climate change and population aging scenarios: A review. *Curr Environ Health Rep*. 2020;7(3):243–255. doi: 10.1007/s40572-020-00281-6
- Peng CQ, Lawson KD, Heffernan M, *et al.* Gazing through time and beyond the health sector: Insights from a system dynamics model of cardiovascular disease in Australia. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257760. doi: 10.1371/journal.pone.0257760
- Boyd J, Wilson R, Elsenbroich C, Heppenstall A, Meier P. Agent-based modelling of health inequalities following the complexity turn in public health: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):16807. doi: 10.3390/ijerph192416807
- Weber E, Downward GS, Ebi KL, Lucas PL, van Vuuren D. The use of environmental scenarios to project future health effects: A scoping review. *Lancet Planet Health*. 2023;7(7):e611–e621. doi: 10.1016/S2542-5196(23)00110-9
- Бакиров А.Б., Гимранова Г.Г., Абдрахманова Е.Р. и др. Использование данных социально-гигиенического мониторинга для оценки риска развития болезней органов дыхания при воздействии аэрополлютантов // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 9. С. 980–985. doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-9-980-985
- Шур П.З., Хасанова А.А., Цинкер М.Ю., Зайцева Н.В. Методические подходы к оценке риска здоровью населения в условиях сочетанного воздействия климатических факторов и обусловленного ими химического загрязнения атмосферы // Анализ риска здоровью. 2023. № 2. С. 58–68. doi: 10.21668/health.risk/2023.2.05
- 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. № 10. С. 7–15. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-10-7-15
- Замятина М.Ф. Экологическая компонента социального сектора экономики региона в контексте устойчивого развития // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2021. № 4 (67). С. 4–18. doi: 10.52897/2411-4588-2021-4-4-18
- Фомин М.В., Смирнов О.О. Устойчивость пространственного развития регионов Сибири и Дальнего Востока России // Вопросы государственного и муниципального управления. 2022. № 1. С. 124–147. doi: 10.17323/1999-5431-2022-0-1-124-147
- Анисимов О.А. Жильцова Е.Л., Шаповалова К.О., Ершова А.А. Анализ индикаторов изменения климата. Часть 2. Северо-западный регион России // Метеорология и гидрология. 2020. № 1. С. 23–35.
- Weinberger KR, Zanobetti A, Schwartz J, Wellenius GA. Effectiveness of National Weather Service heat alerts in preventing mortality in 20 US cities. *Environ Int*. 2018;116:30–38. doi: 10.1016/j.envint.2018.03.028
- Malhi Y, Franklin J, Seddon N, *et al.* Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2020;375(1794):20190104. doi: 10.1098/rstb.2019.0104
- World Health Organization. *Gender, Climate Change and Health*. Geneva: WHO Press; 2014. Accessed June 26, 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241508186>
- Шапошников Д.А., Ревич Б.А. Оценка зависимости избыточной смертности населения в городах арктического макрорегиона от температурных волн // Экология человека. 2023. № 4. С. 287–300. doi: 10.17816/humeco111013
- Fareed Z, Bashir MF, Bilal, Salem S. Investigating the co-movement nexus between air quality, temperature, and COVID-19 in California: Implications for public health. *Front Public Health*. 2021;9:815248. doi: 10.3389/fpubh.2021.815248
- Zhang Y, Isukapalli S, Bielory L, Georgopoulos P. Bayesian analysis of climate change effects on observed and projected airborne levels of birch pollen. *Atmos Environ (1994)*. 2013;68:64–73. doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.11.028
- Прокофьев В.А., Толмачев М.Н., Головкин М.В. Вопросы оценки и нормирования коэффициента вариации // Вопросы экономики и права. 2017. № 10. С. 34–37.
- Черных Д.А., Бельская Е.Н., Тасейко О.В. Климатические характеристики как потенциальные факторы риска для здоровья населения Красноярского края. Сообщение 1. Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 1. С. 54–62. doi: 10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62
- Шарыпова С.Ю., Гордеева С.С. Рискогенное поведение россиян в сфере здоровья: динамика и факторы воздействия // Анализ риска здоровью. 2023. № 4. С. 54–67. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.05
- Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Реализация принципов здорового образа жизни в современных условиях россиянами различных социально-демографических групп // Здоровье населения и среда обитания. 2024. № 32(1). С. 15–27. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-15-27
- Мозганов М.Ю., Николаева Н.И., Филин А.С., Малышек В.В., Онищенко Г.Г. Анализ отдельных перспективных направлений развития оценки риска для здоровья населения в Российской Федерации (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2024. Т. 103. № 1. С. 76–80. doi: 10.47470/0016-9900-2024-103-1-76-80
- Джи К., Росалам Че Ме, Хайрул М.К., Рухайзин С. Здоровый образ жизни как средство управления рисками для здоровья: компоненты и факторы. Аналитический обзор // Анализ риска здоровью. 2023. № 4. С. 158–171. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.15
- Jia L, Sun J, Fu Y. Spatiotemporal variation and influencing factors of air pollution in Anhui Province. *Heliyon*. 2023;9(5):e15691. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15691

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-6-36-44>
Original Research Article

27. Зайцева Н.В., Май И.В. Основные итоги, перспективы применения и совершенствования оценки риска здоровья населения сибирских городов – участников проекта «Чистый воздух» (Братск, Норильск, Красноярск, Чита) // Гигиена и санитария. 2021. № 100(5). С. 519–27. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-5-519-527
28. Ефимова Н.В., Рукавишников В.С. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Братска на основе анализа многолетних наблюдений // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 9. С. 998–1003. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003
29. Семенова Н.В., Вишняков Н.И., Куркова Е.С. и др. Заболеваемость наркоманией и алкоголизмом в Российской Федерации в первых двух десятилетиях XXI века. Динамика и основные тенденции // Социальные аспекты здоровья населения. 2022. № 68(4). С. 15. doi: 10.21045/2071-5021-2022-68-4-15
30. Ермолаева П.О., Яницкий О.Н., Башева О.А., Ермолаева Ю.В., Кузнецова И.Б. Социально-экологическая «устойчивость через изменения» российских городов: поиск теоретико-методологических перспектив // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2019. № 2 (150). С. 80–94. doi: 10.14515/monitoring.2019.2.04
31. Сергеев Ю.Н., Кулеш В.П., Дмитриев В.В. Теория и практика оценка качества жизни населения России на текущем вековом интервале // Биосфера. 2021. Т. 13. № 3. С. 49–85. doi: 10.24855/biosfera.v13i3.590
32. Лозовская С.А., Косолапов А.Б., Степанько Н.Г. Подходы к разработке концептуальной модели формирования адаптации населения на примере Республики Саха (Якутия) // Успехи современного естествознания. 2022. № 4. С. 61–67. doi: 10.17513/use.37810
33. Messerli FH, Hofstetter L, Rimoldi SF, Rexhaj E, Bangalore S. Risk factor variability and cardiovascular outcome: JACC review topic of the week. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(20):2596–2603. doi: 10.1016/j.jacc.2019.02.063
34. Michetti M, Gualtieri M, Anav A, et al. Climate change and air pollution: Translating their interplay into present and future mortality risk for Rome and Milan municipalities. *Sci Total Environ*. 2022;830:154680. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.154680
35. Yan M, Li T. A review of the interactive effects of climate and air pollution on human health in China. *Curr Environ Health Rep*. 2024;11(2):102–108. doi: 10.1007/s40572-024-00432-z
1. Liu Y, Tong D, Cheng J, et al. Role of climate goals and clean-air policies on reducing future air pollution deaths in China: A modelling study. *Lancet Planet Health*. 2022;6(2):e92–e99. doi: 10.1016/S2542-5196(21)00326-0
2. Williams ML, Lott MC, Kitwiroon N, et al. The Lancet Countdown on health benefits from the UK Climate Change Act: A modelling study for Great Britain. *Lancet Planet Health*. 2018;2(5):e202–e213. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30067-6
3. von Schneidmesser E, Driscoll C, Rieder HE, Schiferl LD. How will air quality effects on human health, crops and ecosystems change in the future? *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. 2020;378(2183):20190330. doi: 10.1098/rsta.2019.0330
4. Chen K, Vicedo-Cabrera AM, Dubrow R. Projections of ambient temperature and air pollution-related mortality burden under combined climate change and population aging scenarios: A review. *Curr Environ Health Rep*. 2020;7(3):243–255. doi: 10.1007/s40572-020-00281-6
5. Peng CQ, Lawson KD, Heffernan M, et al. Gazing through time and beyond the health sector: Insights from a system dynamics model of cardiovascular disease in Australia. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257760. doi: 10.1371/journal.pone.0257760
6. Boyd J, Wilson R, Elsenbroich C, Heppenstall A, Meier P. Agent-based modelling of health inequalities following the complexity turn in public health: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):16807. doi: 10.3390/ijerph192416807
7. Weber E, Downward GS, Ebi KL, Lucas PL, van Vuuren D. The use of environmental scenarios to project future health effects: A scoping review. *Lancet Planet Health*. 2023;7(7):e611–e621. doi: 10.1016/S2542-5196(23)00110-9
8. Bakirov AB, Gimranova GG, Abdrakhmanova ER, et al. The use of public health monitoring data for the assessment of the risk of developing diseases of respiratory organs under exposure to aeropollutants. *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(9):980–985. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-9-980-985
9. Shur PZ, Khasanova AA, Tsinker MYu, Zaitseva NV. Methodical approaches to assessing public health risks under combined exposure to climatic factors and chemical air pollution caused by them. *Health Risk Analysis*. 2023;2(2):58–68. doi: 10.21668/health.risk/2023.2.05.eng
10. May IV, Zaitseva NV. Population health risk and harm indicators in the system of new mechanisms for air quality monitoring and management. *Zdorov'e Nase-leniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(10):7–15. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-10-7-15
11. Zamyatina MF. The ecological component of the social sector of the regional economy in the context of sustainable development. *Ekonomika Severo-Zapada: Problemy i Perspektivy Razvitiya*. 2021;4(67):4–18. (In Russ.) doi: 10.52897/2411-4588-2021-4-4-18
12. Fomin MV, Smirnov OO. Spatial development sustainability of Siberia and the Russian Far East regions. *Voprosy Gosudarstvennogo i Munitsipal'nogo Upravleniya*. 2022;1(1):124–147. (In Russ.) doi: 10.17323/1999-5431-2022-0-1-124-147
13. Anisimov OA, Zhil'tsova EL, Shapovalova KO, Ershova AA. Analysis of climate change indicators. Part 2. Northwestern Russia. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2020;45(1):13–21. doi: 10.3103/S1068373920010021
14. Weinberger KR, Zanolletti A, Schwartz J, Wellenius GA. Effectiveness of National Weather Service heat alerts in preventing mortality in 20 US cities. *Environ Int*. 2018;116:30–38. doi: 10.1016/j.envint.2018.03.028
15. Malhi Y, Franklin J, Seddon N, et al. Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2020;375(1794):20190104. doi: 10.1098/rstb.2019.0104
16. World Health Organization. *Gender, Climate Change and Health*. Geneva: WHO Press; 2014. Accessed June 26, 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241508186>
17. Shaposhnikov DA, Revich BA. Impact of heat waves and cold spells on mortality in cities located in the Russian Arctic macroregion. *Ekologiya Cheloveka*. 2023;4(4):287–300. (In Russ.) doi: 10.17816/humeco111013
18. Fareed Z, Bashir MF, Bilal, Salem S. Investigating the co-movement nexus between air quality, temperature, and COVID-19 in California: Implications for public health. *Front Public Health*. 2021;9:815248. doi: 10.3389/fpubh.2021.815248
19. Zhang Y, Isukapalli S, Bielory L, Georgopoulos P. Bayesian analysis of climate change effects on observed and projected airborne levels of birch pollen. *Atmos Environ* (1994). 2013;68:64–73. doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.11.028

REFERENCES

20. Prokofiev VA, Tolmachev MN, Golovko MV. Questions of estimation and normalization of the variation coefficient. *Voprosy Ekonomiki i Prava*. 2017;(112):34-37. (In Russ.)
21. Chernykh DA, Bel'skaya EN, Taseiko OV. Climate characteristics as potential risk factors for the population health of the Krasnoyarsk Region. Part 1. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;(1(334)):54-62. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62
22. Sharypova SYu, Gordeeva SS. Risky health-related behavior of Russians: Dynamics and impact factors. *Health Risk Analysis*. 2023;(4):54-67. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.05.eng
23. Pokida AN, Zybunovskaya NV. Implementation of principles of a healthy lifestyle by contemporary Russians from different socio-demographic groups. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(1):15-27. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-15-27
24. Mozganov MYu, Nikolaeva NI, Filin AS, Malyshev VV, Onishchenko GG. Analysis of some promising directions of the development of the public health risk assessment in the Russian Federation (review article). *Gigiena i Sanitariya*. 2024;103(1):76-80. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2024-103-1-76-80
25. Ji K, Rosalam ChMe, Khairul MK, Ruhaizin S. Healthy lifestyle as a way to manage health risks: Components and factors. Analytical review. *Health Risk Analysis*. 2023;(4):158-171. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.15.eng
26. Jia L, Sun J, Fu Y. Spatiotemporal variation and influencing factors of air pollution in Anhui Province. *Heliyon*. 2023;9(5):e15691. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15691
27. Zaitseva NV, May IV. Main results, prospects of application and improvement of the health risk assessment of the population of Siberian cities – participants of the "Clean Air" project (Bratsk, Norilsk, Krasnoyarsk, Chita). *Gigiena i Sanitariya*. 2021;100(5):519-527. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-5-519-527
28. Efimova NV, Rukavishnikov VS. Assessment of air pollution based on the analysis of long-term observations in the city of Bratsk. *Gigiena i Sanitariya*. 2022;101(9):998-1003. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003
29. Semenova NV, Vishnyakov NI, Kurkova ES, et al. Incidence of drug addiction and alcoholism in the Russian Federation in the first two decades of the XXI century. Dynamics and main trends. *Sotsial'nye Aspekty Zdorov'ya Naseleniya*. 2022;68(4):15. (In Russ.) doi: 10.21045/2071-5021-2022-68-4-15
30. Ermolaeva PO, Yanitsky ON, Basheva OA, Ermolaeva YuV, Kuznetsova IB. Social and environmental "sustainability through changes" of Russian mega-cities: The search for theoretical and methodological approaches. *Monitoring Obshchestvennogo Mneniya: Ekonomicheskie i Sotsial'nye Peremeny*. 2019;(2(150)):80-94. (In Russ.) doi: 10.14515/monitoring.2019.2.04
31. Sergeev YuN, Kulesh VP, Dmitriev VV. Theory and practice of assessing the quality of life of the population of Russia over the current secular interval. *Biosfera*. 2021;13(3):49-85. (In Russ.) doi: 10.24855/biosfera.v13i3.590
32. Lozovskaya SA, Kosolapov AB, Stepanko NG. Approaches to the development of a conceptual model of population adaptation formation on the example of the Republic of Sakha (Yakutia). *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya*. 2022;(4):61-67. (In Russ.) doi: 10.17513/use.37810
33. Messerli FH, Hofstetter L, Rimoldi SF, Rexhaj E, Bangalore S. Risk factor variability and cardiovascular outcome: JACC review topic of the week. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(20):2596-2603. doi: 10.1016/j.jacc.2019.02.063
34. Michetti M, Gualtieri M, Anav A, et al. Climate change and air pollution: Translating their interplay into present and future mortality risk for Rome and Milan municipalities. *Sci Total Environ*. 2022;830:154680. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.154680
35. Yan M, Li T. A review of the interactive effects of climate and air pollution on human health in China. *Curr Environ Health Rep*. 2024;11(2):102-108. doi: 10.1007/s40572-024-00432-z

Сведения об авторах:

Ефимова Наталья Васильевна – д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории эколого-гигиенических исследований ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»; e-mail: medecolab@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-2147>.

Бобкова Елена Викторовна – заместитель директора по медицинской статистике ОГКУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр Иркутской области»; e-mail: evb@miac-io.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8914-7903>.

✉ **Зайкова** Зоя Александровна – к.м.н., доцент, доцент кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: zaikovazoya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8104-4264>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Ефимова Н.В.; сбор и обработка материала, статистическая обработка материала: Бобкова Е.В., Зайкова З.А., Ефимова Н.В.; написание текста: Зайкова З.А., Бобкова Е.В. Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

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

Финансирование: спонсорской поддержки исследование не имело.

Конфликт интересов: авторами декларируется отсутствие любых конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 03.05.24 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликовано: 28.06.24

Author information:

Natalia V. Efimova, Dr. Sci. (Med.), Prof.; Leading Researcher, Laboratory of Environmental Health Research, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research; e-mail: medecolab@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-2147>.

Elena V. Bobkova, Deputy Director for Medical Statistics, Medical Information Analysis Center of the Irkutsk Region; e-mail: evb@miac-io.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8914-7903>.

✉ Zoia A. Zaikova, Cand. Sci. (Med.), Docent, Associate Professor, Department of General Hygiene, Irkutsk State Medical University; e-mail: zaikovazoya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8104-4264>.

Author contributions: study conception and design: Efimova N.V.; data collection and processing, statistical analysis: Bobkova E.V., Zaikova Z.A., Efimova N.V.; draft manuscript preparation: Zaikova Z.A., Bobkova E.V. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

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

Received: May 3, 2024 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024



Работоспособность и функциональное состояние центральной нервной системы у студентов технического колледжа

Н.И. Кошкарлова¹, О.Г. Литовченко²

¹ ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет»

Минздрава России, ул. Одесская, д. 54, г. Тюмень, 625023, Российская Федерация

² БУ ВО «Сургутский государственный университет», просп. Ленина, д. 1, г. Сургут, 628412, Российская Федерация

Резюме

Введение. Среднее профессиональное техническое образование связано с физической нагрузкой, производственной практикой, работой с механизмами.

Эффективность адаптации и общая когнитивная работоспособность студентов зависят от их функционального состояния и уровня функциональных возможностей.

Цель исследования: изучить свойственные учащимся технического колледжа особенности функционирования центральной нервной системы, а также характерные для них показатели работоспособности.

Материалы и методы. Исследование проводилось с ноября по декабрь 2022 года. Участниками исследовательского процесса стали 215 человек, из которых мужского пола 54,90 % – 188 человек; женского пола – 45,10 % – 97 человек. Средний возраст участников находился в пределах $17,50 \pm 1,4$ года; все испытуемые являлись учащимися колледжа (курсы с I по III). Функциональные возможности центральной нервной системы определялись с помощью методики М.П. Мороз «Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека». Результаты исследования обработаны в программе Statistica 10.0, нормальность распределения проверена с помощью методики Колмогорова – Смирнова; Рассчитаны медиана (Me) и квартили (Q1–Q3) для каждого параметра. Достоверность (p) различий данных исследования определяли при помощи U-критерия Манна – Уитни.

Результаты. Установлено, что у большинства студентов технического колледжа функциональное состояние центральной нервной системы соответствовало «сниженному» уровню работоспособности. У 98,41% опрошенных функциональный уровень центральной нервной системы расположен в пределах «сниженной» умственной работоспособности; у 1,62 % – в значениях «существенно пониженной». Показатель уровня функциональных возможностей у 60,30 % испытуемых снижен «незначительно», у 25,40 % – «сниженный» уровень работоспособности. Показатель устойчивости реакции у 73,00 % снижен «незначительно», у остальных 13,00 % студентов – «значительно». Не обнаружено статистически значимых отличий в показателях простой зрительно-моторной реакции между параметрами испытуемых групп респондентов женского и мужского пола.

Выводы. Функциональное состояние центральной нервной системы студентов технического колледжа отмечается выраженной нервно-психической напряженностью, сниженной работоспособностью, повышенной утомляемостью, также замедленным вниманием и сниженной концентрацией.

Ключевые слова: работоспособность, центральная нервная система, зрительно-моторная реакция, функциональное состояние, студенты.

Для цитирования: Кошкарлова Н.И., Литовченко О.Г. Работоспособность и функциональное состояние центральной нервной системы у студентов технического колледжа // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 45–53. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-45-53

Performance and Functional State of the Central Nervous System in Technical College Students

Natalya I. Koshkarova¹, Olga G. Litovchenko²

¹ Tyumen State Medical University, 54 Odesskaya Street, Tyumen, 625023, Russian Federation

² Surgut State University, 1 Lenin Avenue, Surgut, 628412, Russian Federation

Summary

Introduction: Secondary vocational education is associated with physical exertion, practical experience in the industry, equipment and machinery operation. Adaptation effectiveness and overall cognitive performance of students strongly depend on their functional state and level of functional capabilities.

Objective: To study characteristic features of the central nervous system functioning among technical college students, as well as their typical indicators of performance.

Materials and methods: The study was conducted in November and December 2022 involving 215 participants: 188 (54.90 %) male and 97 (45.10 %) female first to third-year technical college students (mean age = 17.50 ± 1.4 years). Functional capabilities of the central nervous system were assessed using express diagnostics of human functional state and performance by M.P. Moroz. The data were processed using Statistica 10.0. Normality of distribution was checked by the Kolmogorov–Smirnov test; median (Me) and quartiles (Q1–Q3) were calculated for each parameter. The significance (p) of intergroup differences was determined using the Mann–Whitney U-test.

Results: We found that in most students, the functional state of the central nervous system corresponded to a reduced level of performance. Among the respondents, 98.41 % had the functional level of the central nervous system within the range of reduced mental performance while in 1.62 % it was significantly lower. The indicator of functional capabilities was moderately reduced in 60.30 % of the participants, and 25.40 % showed a markedly reduced level of performance. Response stability was moderately reduced in 73.00 % of the students, while the remaining 13.00 % exhibited a significant

decrease. We found no statistical differences in simple visual-motor response indicators between the groups of male and female respondents.

Conclusions: The functional state of the central nervous system of technical college students is characterized by pronounced neuropsychic tension, decreased performance, increased fatigue, as well as reduced attention and decreased concentration.

Keywords: performance, central nervous system, visual-motor response, functional state, college students.

Cite as: Koshkarova N.I., Litovchenko O.G. Performance and functional state of the central nervous system in technical college students. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):45–53. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-45-53

Введение. Уровень функциональных возможностей в юношеском возрасте обуславливает то, насколько эффективно протекают адаптационные процессы, а также определяет когнитивные способности в образовательной среде. Данный возрастной этап является заключительным в развитии физиологических и психических способностей человеческого организма. Регулярное и своевременное исследование состояния центральной нервной системы (ЦНС) студентов представляется необходимой мерой, потребность в которой обусловлена также растущей психоэмоциональной нагрузкой вследствие повышения интенсивности процесса обучения [1–7]. Кроме того, работоспособность и функциональное состояние ЦНС влияет на процесс освоения профессиональных навыков и впоследствии трудовую деятельность.

В отличие от студентов вузов, студенты колледжей представляют собой группу, характеризующуюся гетерогенностью по социально-демографическим и социально-психологическим признакам. Часть студентов первого курса учатся после девятого класса, и их возраст является переходным между подростковым и юношеским, что характеризуется диспропорциями в уровне и темпах развития, а также несоответствием возможностей и притязаний. Вышеупомянутое явление может сказаться на процессах социализации и успешности адаптации к новым условиям обучения [8].

Среднее профессиональное техническое образование имеет свои особенности и связано с повышенной физической нагрузкой, работой с машинами и механизмами, производственной практикой на промышленных предприятиях. Данные факторы делают процесс изучения психофизиологических параметров студентов и соответствующее планирование учебной нагрузки в техническом колледже довольно специфичным. ЦНС обеспечивает реализацию системно-приспособленческих механизмов и играет ведущую роль в организации функциональной системы и удержании ее оптимальных характеристик, а также в осуществлении процессов деятельности, связанной с познанием. Это обусловлено характерными чертами реализации нервных процессов, одной из которых является зрительно-моторная реакция (ЗМР). С помощью ЗМР можно определить скорость процессов возбуждения и торможения, которые происходят в центральной нервной системе, а также способность к точности реализуемых действий и возможность осуществления условно-рефлекторного внутреннего торможения [5, 6].

Способность студентов к обучению и их работоспособность напрямую зависят от физиологического состояния. Важным фактором, влияющим

на работоспособность студентов ТИУ, является качество и продолжительность сна. Недостаточный сон может вызвать усталость, раздражительность и снижение внимания. Кроме того, жилищные условия играют ключевую роль в адаптации к новым задачам. Особенно это актуально для первокурсников, переживающих период адаптации к жизни в общежитии или студгородке.

Следствием уменьшения способности человеческого организма сопротивляться неблагоприятным факторам среды (как несущим внутренний характер, так и свойственным окружающему миру) может стать значительное уменьшение результативности обучающего процесса и связанное с ним низкое качество подготовки к дальнейшей деятельности по специальности. Снижение сопротивляемости организма является крайне неблагоприятным в период юношества явлением, и обучение студентов должно сопровождаться мерами по его обнаружению, а также мероприятиями, направленными на коррекцию выявленных в процессе поиска проблем и негативных тенденций [9–15].

Новизна настоящего исследования обусловлена тем, что впервые изучена работоспособность и функциональное состояние ЦНС у студентов технических специальностей колледжа.

Результаты исследования представляют особую значимость при разработке учебных программ и распределении нагрузки у студентов 1–3-го курсов. Исследование позволяет сделать выводы об актуальном состоянии познавательной деятельности учащихся и об их готовности к учебному процессу.

Цель исследования – изучить свойственные учащимся технического колледжа особенности функционирования ЦНС, а также характерные для них показатели работоспособности.

Материалы и методы. Базой данного исследования стал многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (ТИУ). Для исследования были отобраны учащиеся с I по III курс (средний возраст $17,5 \pm 1,4$ года) в количестве 215 человек: 54,9 % испытуемых мужского пола (118 человек) и 45,1 % – женского (97 человек).

Изучение показателей работоспособности и состояния ЦНС осуществлялось в осенне-зимний период с ноября по декабрь 2022 года, в середине недели в утренние часы. Для проведения исследования выбрано изолированное помещение колледжа ТИУ, исключены стрессовые факторы в виде зачетов, экзаменов и соревнований, которые оказывают негативное влияние на ЦНС учащихся. Все испытуемые дали письменное информированное согласие на исследование.

Общее количество учебных часов в соответствии с утвержденным в учебном заведении учебным

планом составляло 36–40 часов в неделю, что соответствует гигиенической норме для данной категории студентов¹. Студенты в колледже следуют учебному графику, который меняется каждую неделю. В течение дня у них от 3 до 4 занятий продолжительностью 1 час 30 минут каждое. Паузы между уроками длятся от 10 до 15 минут, а после двух или трех уроков предусмотрен большой перерыв продолжительностью 30 минут. Особенностью является то, что в субботу проводится учебный день с упрощенной программой. Важно отметить, что график занятий в колледже соответствует учебной нагрузке и разработан в соответствии с учебными планами по специальности.

Изучение функционального состояния ЦНС производилось в соответствии с методикой выявления продолжительности латентного периода протекания ПЗМР – простой зрительно-моторной реакции. Данная методика предоставляет возможность выявить продолжительность психомоторных процессов, имеющих первостепенную значимость [1]. Исследование сенсорно-моторных реакций ЦНС имеет большое значение в контексте исследования процессов адаптации к окружающей действительности у студентов [5]. Латентный период ПЗМР, его особенности и продолжительность являются признаками, по которым можно оценить степень возбудимости ЦНС и исследовать ее функциональное состояние, что является важным для анализа личностных особенностей² [16].

Функциональные возможности ЦНС определялись с помощью вариационной хронорефлексометрии, которая рассчитывалась на основе значений деятельности ПЗМР. По этим данным также исследовался уровень функционирования и устойчивость протекания реакций нервной системы.

В качестве основы данного исследования выбран метод М.П. Мороз³, который был разработан Институтом практической психологии (г. Санкт-Петербург) для осуществления быстрого диагностирования состояния ЦНС и работоспособности человека.

У всех опрошенных анализировались следующие параметры: УФВ – уровень функциональных возможностей; ФУС – функциональный уровень нервной системы, УР – устойчивость реакции. Анализ данных параметров осуществлялся на основе показателей работоспособности правой и левой рук; были выявлены средние значения. Используемая методика применялась для анализа вышеперечисленных показателей путем воздействия световым сигналом и при помощи расчета параметров протекания процесса зрительно-моторной реакции. В рамках данного исследования световое стимулирование подавалось случайным образом, но регулярно,

что давало возможность предотвратить появление условного рефлекса.

Методический прием М.П. Мороз облегчает исследование актуального состояния функционирования нервной системы респондентов, которое можно условно разделить на следующие категории работоспособности: «нормальная», «незначительно пониженная», «сниженная», «существенно сниженная»⁴.

Оценка скорости, с которой реакция возбуждения перемещается по рефлекторной дуге, дает возможность выяснить, насколько активной является центральная нервная система и насколько высок уровень ее работоспособности.

Оценить это позволяет простая зрительно-моторная реакция [4, 17]. Длительность моторно-сенсорной реакции зависит от того, как импульс перемещается по анализаторам, насколько быстро его обрабатывают кора головного мозга и двигательные проводящие пути головного мозга [8, 18]. Способность к созданию соответствующей заданию функциональной системы и обеспечению постоянства ее параметров позволяет показатель УФВ [1]. Опираясь на уровень функциональных возможностей, можно определить, насколько работоспособной является ЦНС.

Изменение стабильности характера и особенностей протекания нервных процессов, вызванные изменениями, отмеченными на ранней стадии в деятельности ЦНС, можно определить путем исследования УР [11]. Критерий УР информирует об ухудшении реакций, происходящих в ЦНС, свидетельствуя о начальном этапе развития процесса утомления [2, 3].

Простая зрительно-моторная реакция студентов осуществлялась с помощью оценки времени, за которое в ответ на раздражитель в виде света возникает реакция движения. Участник исследования должен был максимально быстро нажимать соответствующую кнопку, как только заметит световую индикацию. Измерения производились в миллисекундах на основе медианных значений латентного периода простого зрительно-моторного реагирования: чем ниже была протяженность латентного протекания периода ПЗМР, тем более высокая скорость моторно-сенсорного реагирования ему соответствовала. С помощью данной методики можно исследовать индивидуальные характеристики работоспособности испытуемого, так как значение периода латентного протекания ПЗМР позволяет адекватно оценивать функциональные показатели ЦНС.

Был проведен анализ частоты потребления продуктов с использованием опросника, разработанного авторами статьи на основе самооценки, который включал в себя вопросы о частоте потребления основных продуктов питания: свежих овощей,

¹ СанПиН 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях». Зарегистрировано в Минюсте РФ 3 марта 2011 г. регистрационный № 19993.

² Майдинов Ю.Л., Литвинова Н.А., Казин Э.М., Панина Т.С. Основы психофизиологии (Теорет. и прикладные аспекты) // Учеб. пособие. Кемер. обл. ин-т усовершенствования учителей Кемерово Кемер. Обл. ИУУ, 1997. 125 с.

³ Мороз М.П., Чубаров И.В. Методология оценки и прогнозирования работоспособности человека-оператора // Современные подходы к количественной оценке уровня физического, психического и социального здоровья детей и подростков. СПб.: ГУП «Петроцентр», 2001. 80 с.

⁴ Мороз М.П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека. СПб.: ИМАТОН, 2003. 38 с.

фруктов и кисломолочной продуктов, а также об отношении к алкоголю и курению.

Полученные с помощью перечисленных методик результаты исследования обработаны с применением программного обеспечения образца Statistica 10.0. Исследование нормальности распределения значений осуществлялось с применением методики Колмогорова – Смирнова. Распределение значений выборки не подчинялось закону нормального распределения. Рассчитаны медиана (Me) и квартили (Q1–Q3) для каждого параметра.

Также определили достоверность (p) различий данных исследования при помощи U -критерия Манна – Уитни для несвязанных выборок. Студентов колледжа разделили на группы в зависимости от

возраста и пола. Достоверность различий принята за значение $p < 0,05$.

Результаты. Для определения функционального состояния ЦНС у учащихся колледжа проведен анализ ПЗРМ: показатели, полученные на основе исследования простых зрительно-моторных реакций, продемонстрировали отсутствие значимых различий значений ПЗРМ между испытуемыми разного пола (см. табл. 1) и между значениями для правой и левой рук (см. табл. 2).

Скорость ПЗРМ у испытуемых находилась ниже нормы (см. табл. 1). Значение ПЗРМ 290 мс определялось как «сниженная работоспособность».

Поскольку значимых различий значений показателей ПЗРМ в группах юношей и девушек

Таблица 1. Расчетные показатели функционального состояния и работоспособности центральной нервной системы у юношей и девушек технического колледжа, Me (Q1–Q3)

Table 1. Estimated indicators of the functional state and performance of the central nervous system in boys and girls of a technical college, Me (Q1–Q3)

Показатели / Indicators	Девушки / Girls ($n = 97$)	Юноши / Boys ($n = 118$)	Значения верхних и нижних границ нормы по Мороз М.П. (2003) / Values of the upper and lower limits of the norm according to Moroz M.P. (2003)
	Me (Q1–Q3)	Me (Q1–Q3)	
Время простой зрительно-моторной реакции, мс / Simple visual-motor response time, ms	295,00 (283,00–311,00)	290,00 (269,00–302,75)	203,4–219,8
	$p = 0,49$		
Устойчивость реакции, у. е. / Response stability, CU	1,20 (0,64–1,67)	1,40 (0,97–1,64)	2,0–2,9
	$p = 0,40$		
Уровень функциональных возможностей, у. е. / Functional capacity level, CU	2,53 (1,85–3,03)	2,63 (2,28–2,98)	3,8–4,9
	$p = 0,45$		
Функциональный уровень нервной системы, у. е. / Functional level of the nervous system, CU	2,62 (2,53–2,72)	2,61 (2,51–2,73)	4,9–5,9
	$p = 1,00$		

Таблица 2. Средние показатели скорости простой зрительно-моторной реакции и функционального состояния центральной нервной системы левой и правой рук у студентов технического колледжа, Me (Q1–Q3)

Table 2. Mean indicators of the simple visual-motor response time and the functional state of the central nervous system of the left and right hands among technical college students, Me (Q1–Q3)

Показатели / Indicators	Значения параметров правой руки / Values of the right hand	Значения параметров левой руки / Values of the left hand	Значения параметров обеих рук / Values for both hands
	Me (Q1–Q3)	Me (Q1–Q3)	Me (Q1–Q3)
ПЗРМ, мс / SVMR time, ms	290,00 (272,50–307,00)	292,00 (275,50–308,00)	290,00 (274,50–308,00)
	$p = 0,23$		
УР, у. е. / RS, CU	1,30 (0,90–1,64)	1,30 (0,88–1,67)	1,30 (0,86–1,66)
	$p = 1,00$		
УФВ, у. е. / FCL, CU	2,56 (2,19–2,99)	2,57 (2,11–2,9)	2,57 (2,11–3,01)
	$p = 1,00$		
ФУС, у. е. / FLS, CU	2,62 (2,51–2,73)	2,62 (2,51–2,70)	2,62 (2,51–2,73)
	$p = 1,00$		

Примечание: Примечание (в табл. 2 и далее): время протекания простой зрительно-моторной реакции – ПЗРМ, устойчивость реакции – УР, уровень функциональных возможностей – УФВ, функциональный уровень системы – ФУС, p – уровень статистической значимости.

Notes: (for Tables 2–4): SVMR, simple visual-motor response; RS, response stability; LFC, level of functional capacity; FLS, functional level of the system; p – level of statistical significance.

⁵ Мороз М.П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека. СПб.: ИМАТОН, 2003. 38 с.

не выявлено, последующий анализ результатов исследования проведен в обобщенном виде.

Результаты исследования показали, что медианные значения параметров скорости простой зрительно-моторной реакции находились в интервале «сниженной работоспособности». Функциональный уровень системы (ФУС), по которому можно сделать вывод о скорости протекания процесса произвольного реагирования, связанной с уровнем возбудимости

ЦНС, у большинства испытуемых (98,40 %) расположен в значениях сниженной работоспособности; у оставшегося числа обследованных (1,60 %) ФУС характеризуется значениями, которые позволяют сделать вывод о существенном снижении уровня работоспособности (табл. 3).

Выявленное на основе данных исследований распределение по медиане показателей демонстрирует, что у 60,30 % испытуемых из числа студентов

Таблица 3. Частота встречаемости (%) расчетных критериев уровней работоспособности оценки функционального уровня системы, уровня устойчивости реакции, уровня функциональных возможностей студентов технического колледжа

Table 3. Frequency of occurrence (%) of the calculated performance criteria showing the functional level of the system, the level of response stability, and the level of functional capabilities of the technical college students

Частота встречаемости показателей, % / Frequency of occurrence of indicators, %	Уровни работоспособности / Performance levels				
	Ограниченная / Limited	Нормальная / Normal	Незначительно сниженная / Slightly reduced	Сниженная / Reduced	Существенно сниженная / Significantly reduced
ФУС, Удельный вес / FLS, %	0,00	0,00	0,00	98,40	1,60
УР, Удельный вес / RS, %	1,60	7,90	60,30	25,40	4,80
УФВ, Удельный вес / LFC, %	0,00	4,80	73,00	17,50	4,80

технического колледжа уровень работоспособности ЦНС снижен незначительно, что может свидетельствовать о появлении начальных признаков утомления; 25,40 % испытуемых продемонстрировали сниженный уровень работоспособности.

Произведена оценка уровня работоспособности ЦНС с целью выявления готовности и адаптации к учебной деятельности у студентов технического колледжа (см. табл. 3).

Исследуя данные анализа УР, можно сделать вывод о том, что распределение показателей по медиане у 17,50 % испытуемых свидетельствует о значительном снижении уровня УР, у 73,00 % – незначительном снижении устойчивости реакции.

Представленные выше данные свидетельствуют о присутствии лишь у 1,60 % испытуемых по показа-

телю УР «ограниченного» уровня работоспособности, что характеризуется как чрезмерное эмоциональное перенапряжение центральной нервной системы в процессе обучения, преобладанием процессов возбуждения. По показателям ФУС и УФВ «ограниченный» уровень работоспособности у студентов не проявился. Можно предположить, что это связано с помещением исследуемых в условия отсутствия влияния внешних стрессовых факторов: ограничение подготовки к зачетам, экзаменам и соревнованиям.

Уровень функциональных возможностей влияет на успех в учебной деятельности, устойчивость к стрессу, адаптацию к изменяющимся условиям. Так, лица с низкими значениями данных параметров отличаются быстрой утомляемостью, что приводит к десинхронизации физиологических процессов.

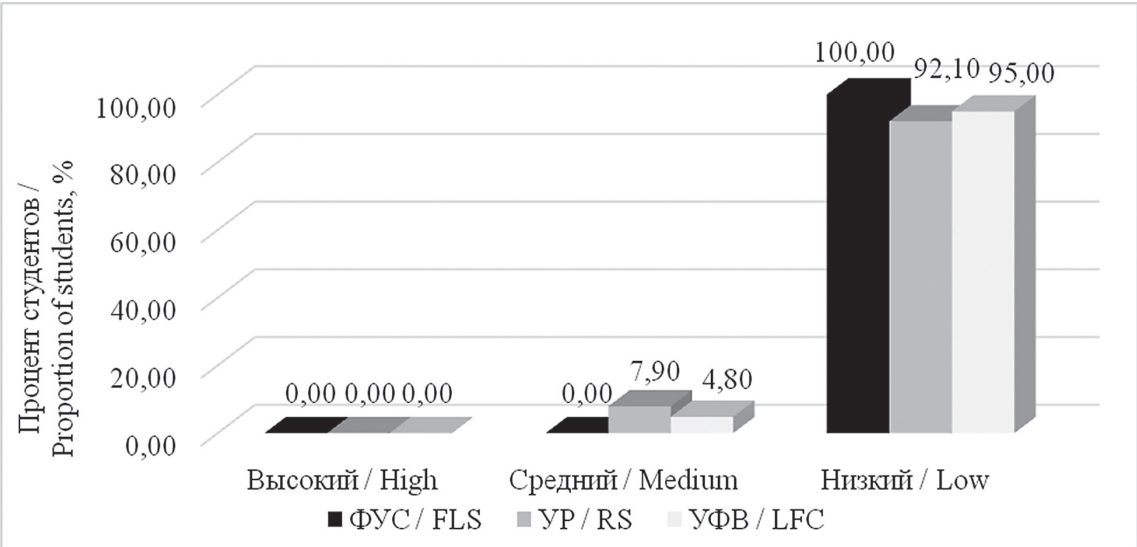


Рис. 1. Частота встречаемости расчетных критериев функционального состояния центральной нервной системы у студентов технического колледжа (%)

Fig. 1. Frequency of occurrence of the calculated criteria of the functional state of the central nervous system among the technical college students (%)

На графике наглядно представлены уровни работоспособности у студентов колледжа (см. рис. 1).
Большинство исследуемых имели низкий уровень работоспособности и, соответственно, повышенный уровень утомляемости.

Для выявления различий значений показателей работоспособности и функционального состояния ЦНС по возрастному признаку оценили их величины в каждой возрастной группе обследованных студентов (см. табл. 4).

Таблица 4. Расчетные критерии функционального состояния и работоспособности центральной нервной системы студентов технического колледжа, Me (Q1–Q3)

Table 4. Calculation criteria for the functional state and performance of the central nervous system of the technical college students, Me (Q1–Q3)

Группы / Groups		Показатели / Indicators, Me (Q1–Q3)			
		ПЗМР, мс / SVMR, ms	УР, у. е. / RS, CU	УФВ, у. е. / LFC, CU	ФУС, у. е. / FLS, CU
1	16 лет / years (n = 74)	292,50 (285,25–310,50)	1,26 (0,72–1,53)	2,54 (1,95–2,84)	2,61 (2,51–2,72)
2	17 лет / years (n = 68)	288,00 (269,50–296,00)	1,31 (1,08–1,74)	2,60 (2,31–3,06)	2,60 (2,53–2,72)
3	18 лет / years (n = 73)	292,00 (265,00–308,00)	1,32 (0,92–1,67)	2,62 (2,19–3,02)	2,62 (2,51–2,73)
Уровень значимости отличий между группами, p / Level of significance for intergroup comparison, p					
1 и/and 2		0,17	0,54	0,46	0,83
2 и/and 3		0,81	0,68	0,69	0,74
1 и/and 3		0,35	0,49	0,53	0,62

Во всех исследуемых возрастных группах значения медиан скорости ПЗМР отмечены в пределах значений «сниженной» работоспособности и не характеризуются наличием отличий, значимых статистически.

Параметры значений УФВ, ФУС и УР в исследуемых возрастных группах также не имели статистически значимых различий.

Исследование психофизиологических характеристик студентов на основе метода хронорефлексометрии позволяет сделать вывод об ухудшении работоспособности (сниженном и незначительно сниженном уровне), что также находит отражение в признаках утомления, реагировании организма

на стресс и особенностях торможения ЦНС; все вышеперечисленное может свидетельствовать о снижении уровня осуществления психомоторного контроля и процессов перцепции.

На основе информации, полученной в результате опроса, у студентов колледжа отмечены несколько возможных причин снижения работоспособности: отсутствие свежих овощей, фруктов и кисломолочной продукции в рационе – это привело к снижению работоспособности у 72,20 % молодых людей и 64,00 % девушек. Значительная часть студентов демонстрирует положительное отношение к алкоголю – 52,90 % юношей и 51,30 % девушек признались в этом. Также выявлено, что на вопрос «Курите ли

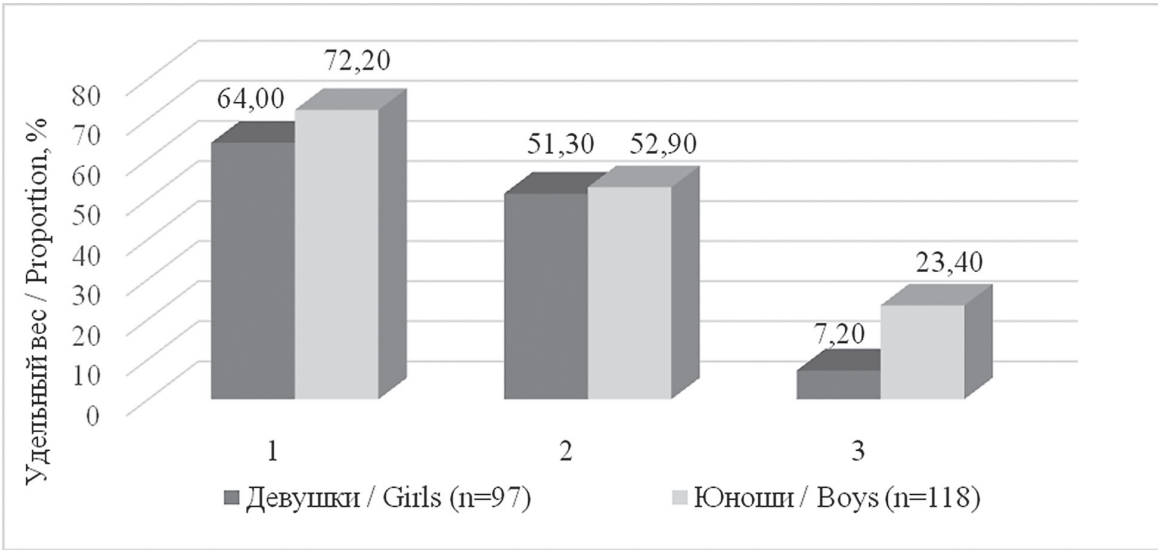


Рис. 2. Удельный вес показателей самооценки студентов технического колледжа (%)

Fig. 2. The proportion of self-assessment indicators of technical college students (%)

Примечание: доля положительных ответов студентов на вопросы: 1 – «Есть ли дефицит свежих овощей, фруктов и кисломолочных продуктов в рационе?» 2 – «Употребляете ли вы алкоголь?» 3 – «Курите ли вы в настоящее время?»

Notes: the proportion of the students' positive answers to the following questions: 1 – "Is there a shortage of fresh vegetables, fruits and fermented milk products in your diet?" 2 – "Do you drink alcohol?" 3 – "Do you currently smoke?"

вы в настоящее время?» положительно ответили 23,40 % юношей и 7,20 % девушек (см. рис. 2).

В общей сложности почти половина студентов колледжа не соблюдает здоровый образ жизни, что отрицательно сказывается на их работоспособности.

Обсуждение. Работоспособность и функциональное состояние ЦНС оказывают влияние на формирование адаптивных психических и физиологических реакций и готовность к учебной деятельности студентов технического колледжа.

В настоящем исследовании сравнительный анализ параметров простой зрительно-моторной реакции у студентов технического колледжа показал отличия от значений, полученных другими авторами у обучающихся по нетехническим специальностям. Медианные значения ПЗМР указывают на более низкий уровень работоспособности у студентов в данном исследовании [3, 6, 7, 19–21, 24].

Результаты анализа особенностей ЦНС учащихся колледжа, полученные в рамках данного исследования, соответствуют проведенному О.Г. Литовченко у студентов первого и второго курсов Сургутского государственного университета анализа ЦНС [7], а также работам, проведенным С.С. Матвеевым, который изучал учащихся первых четырех курсов психологического факультета Уфимского университета. Большая часть испытуемых продемонстрировала некоторое уменьшение работоспособности, а также ее ухудшение в процессе обучения от младших курсов к старшим. Наиболее благоприятные показатели отмечены у студентов-первокурсников, что позволяет сделать автору следующий вывод: благодаря возможности получения специальных знаний в новой деятельности, индивид легко избегает утомления на протяжении длительного времени. Это происходит благодаря ограниченному количеству профессиональных дисциплин, связанных с данной деятельностью, по сравнению с последующими курсами. Таким образом, функциональные способности человеческого организма не подвержены значительному негативному воздействию [16].

В описанных Е.Н. Николаевой исследованиях ЦНС, проводимых у перво- и второкурсников-якутян, обучающихся по медицинскому профилю, приводятся значения простой зрительно-моторной реакции в средних нормальных значениях, что расходится с информацией исследования в рамках данной работы [4].

В работе В.П. Мальцева прослеживается тенденция к увеличению функциональных параметров, свойственных нервной системе у студентов педагогических университетов [10].

По результатам исследований И.А. Черевиковой, проводимых у студентов Иркутского государственного университета, испытуемые показали наиболее благоприятное состояние ЦНС, так, 12 % студентов были с оптимальным уровнем работоспособности, 63 % с удовлетворительным уровнем работоспособности и 25 % с низким уровнем работоспособности. При этом у большей части обследованных девушек (45 %) обнаружено оптимальное функциональное состояние ЦНС,

в отличие от юношей. Юноши (63 %) характеризовались удовлетворительным функциональным состоянием ЦНС [22]. Напротив, в исследовании А.С. Лакомкиной у юношей Сургутского педагогического университета выявлены более высокие показатели функционального состояния ЦНС, чем у девушек [23].

Исследования Т.В. Ивах, у студентов медицинского профиля Хакасского государственного университета имени Н.Ф. Катанова имели тенденцию снижения показателей ПЗМР к концу учебного года. Автор связывает увеличивающуюся утомляемость с тем, что в весенний период уменьшается уровень работоспособности и осцилляторные параметры циркадных ритмов понижаются по причине малой длительности светового дня. В начале учебного года функциональные возможности ЦНС соответствовали оптимальным, что можно объяснить «стабилизацией» работоспособности в начале учебного года [24].

Заключение. Проведенное исследование психофизиологических показателей студентов технического колледжа ТИУ позволило выявить, что у большинства учащихся наблюдалось снижение функционального состояния ЦНС, проявляющееся в значительной и умеренной нервно-психической напряженности. Несмотря на отсутствие стрессовых факторов в виде экзаменов и соревнований, студенты продемонстрировали признаки начального утомления, влияющие на уровень концентрации и внимания. Для поддержания учебной продуктивности крайне важно эффективное предотвращение адаптационных нарушений. В том числе: создание учебной среды, способствующей комфортному обучению; работа психолого-педагогического консилиума с учащимися, подверженными рискам неудач в учебе; разработка индивидуального образовательного пути для учеников с потенциальными проблемами в адаптации к обучению. Регулярный мониторинг состояния ЦНС, включая изучение простой зрительно-моторной реакции, необходим для оценки адаптационных возможностей студентов, эффективного планирования оздоровительных программ и мероприятий в образовательных учреждениях г. Тюмени; полученные результаты дополняют региональную базу данных функционального состояния студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байгужин П.А. Факторы результативности психофизиологического исследования функционального состояния центральной нервной системы у студентов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». 2011. № 26 (243). С. 131–135.
2. Байгужин П.А., Кирсанов В.М., Шибкова Д.З. Характеристика функционального состояния нервной системы студентов в зависимости от уровня регламентированности учебно-профессиональной деятельности // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2017. Т. 7, № 3. С. 223–240. doi: 10.15293/2226-3365.1703.14
3. Байгужин, П.А., Шибкова Д.З. Функциональное состояние центральной нервной системы при воздействии слабоструктурированной информации // Человек. Спорт. Медицина. 2017. Т. 17. С. 32–42. doi: 10.14529/hsm17s04

4. Николаева Е.Н., Колосова О.Н. Физиологическая оценка состояния центральной нервной системы студентов в период учебной деятельности // Наука и образование. 2017. № 3 (87). С. 96–100.
5. Антипова Е.И., Шибкова Д.З. Оценка работоспособности специалистов по социальной работе по результатам хронорефлексографии // Вестник психофизиологии. 2019. № 2. С. 73–79.
6. Литовченко О.Г., Максимова А.С., Барсегян С.Т. Психофизиологические характеристики студентов-девушек медицинской специальности Среднего Приобья // Новые исследования. 2021. № 1 (65). С. 17–23. doi: 10.46742/2072-8840-2021-65-1-17-23
7. Литовченко О.Г., Максимова А.С., Барсегян С.Т. Характеристика функционального состояния центральной нервной системы студентов медицинской специальности, проживающих в условиях Среднего Приобья // Психология. Психофизиология. 2020. Т. 13. № 1. С. 88–94. doi: 10.14529/jpps200110
8. Киев О.В. Влияние производственной практики на адаптационные возможности обучающихся по профессии токарь // Кубанский научный медицинский вестник. 2019. Т. 26. № 1. С. 108–113. doi: 10.25207/1608-6228-2019-26-1-108-113
9. Яковлев В.П., Апокина Л.Я., Литовченко О.Г. Умственная нагрузка и уровень умственной работоспособности выпускников старших курсов в условиях профильного обучения // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2020. № 5–3 (44). С. 198–201. doi: 10.24411/2500-1000-2020-10582
10. Мальцев В.П. Гендерные особенности психофизиологической адаптации студентов заочного обучения в условиях учебной деятельности // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т. 7, № 3 (24). С. 345–348.
11. Кузьмина Г.В., Чудинова О.В. Функциональное состояние организма и сенсорные реакции студентов на начальном этапе профессионального обучения // Modern Science. 2020. № 8–1. С. 216–222.
12. Dekker I, De Jong EM, Schippers MC, De Bruijn-Smolters M, Alexiou A, Giesbers B. Optimizing students' mental health and academic performance: AI-enhanced life crafting. *Front Psychol*. 2020;11:1063. doi: 10.3389/fpsyg.2020.01063
13. Eisenberg D, Hunt J, Speer N. Mental health in American colleges and universities: Variation across student subgroups and across campuses. *J Nerv Ment Dis*. 2013;201(1):60–67. doi: 10.1097/NMD.0b013e31827ab077
14. Fong CJ, Davis CW, Kim Y, Kim YW, Marriott L, Kim SY. Psychosocial factors and community college student success: A meta-analytic investigation. *Rev Educ Res*. 2017;87(2):388–424. doi: 10.3102/0034654316653479
15. Keberle SP., Selina AA., Chudinova OV., Evert LS. Functional state of central nervous system in students with various online behavioral patterns. *Ulyanovskiy Mediko-Biologicheskii Zhurnal*. 2021;(1):114–122. doi: 10.34014/2227-1848-2021-1-114-122
16. Матвеев С.С. Особенности функционального состояния нервной системы студентов в динамике четырех лет обучения в вузе // Вестник психофизиологии. 2017. № 4. С. 62–68.
17. Вахтанова Г.В. Умственная работоспособность иностранных студентов, обучающихся в педагогическом институте ВЛГУ // Проблемы экологического образования в XXI веке. 2021. С. 130–134.
18. Гутник И.Н., Ярославцева И.В., Конопац И.А., Исакова Н.Е. Исследование функционального состояния студентов разных курсов в течение учебного дня // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Психология. 2016. Т. 17. С. 12–25.
19. Conley CS, Travers LV, Bryant FB. Promoting psychosocial adjustment and stress management in first-year college students: The benefits of engagement in a psychosocial wellness seminar. *J Am Coll Health*. 2013;61(2):75–86. doi: 10.1080/07448481.2012.754757
20. Taylor PG, Pillay HK, Clarke JA. Exploring student adaptation to new learning environments: Some unexpected outcomes. *Int J Learn Technol*. 2004;1(1):100–110. doi: 10.1504/IJLT.2004.003684
21. Grøtan K, Sund ER, Bjerkeset O. Mental health, academic self-efficacy and study progress among college students – The SHoT study, Norway. *Front Psychol*. 2019;10:45. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00045
22. Черевикова И.А., Ярославцева И.В. Психофизиологические характеристики функционального состояния центральной нервной системы студентов высшего учебного заведения // В сборнике: Проблемы теории и практики современной психологии. Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2020. С. 220–222.
23. Лакомкина А.С., Чистова В.В. Функциональное состояние центральной нервной системы студентов и преподавателей северного университета при изменении динамического стереотипа процесса обучения // В книге: Сборник тезисов XXIV съезда физиологического общества им. И. П. Павлова. Сборник тезисов съезда. Санкт-Петербург, 2023. С. 475–476.
24. Ивах Т.В., Миненкова А.С., Осипова А.А. Особенности и анализ функционального состояния центральной нервной системы студентов 2 курса медицинского института, в течение учебного года // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 98–2. С. 104–106. doi: 10.18411/trnio-06-2023-92

REFERENCES

1. Bajguzhin PA. Factors of productivity of psychophysiological research of the functional condition of the central nervous system at students. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Obrazovanie, Zdravookhranenie, Fizicheskaya Kul'tura*. 2011;(26(243)):131–135. (In Russ.)
2. Bajguzhin PA, Kirsanov VM, Shibkova DZ. Characteristics of the functional state of the nervous system of students depending on the level of educational and professional activities regulations. *Vestnik Novosibirskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta*. 2017;7(3):223–240. (In Russ.) doi: 10.15293/2226-3365.1703.14
3. Bajguzhin, PA, Shibkova DZ. Functional condition of the central nervous system under the influence of weakly structured information. *Chelovek. Sport. Meditsina*. 2017;17(5):32–42. (In Russ.) doi: 10.14529/hsm17s04
4. Nikolaeva EN, Kolosova ON. Physiological estimation of the state of the central nervous system of students in the period of educational activity. *Nauka i Obrazovanie*. 2017;(3(87)):96–100. (In Russ.)
5. Antipova EI, Shibkova DZ. Working efficiency evaluation of social work specialists according to chronoreflexometry results. *Vestnik Psikhofiziologii*. 2019;(2):73–79. (In Russ.)
6. Litovchenko OG, Maximova AS, Barsegian ST. Psychophysiological characteristics of female medical students of the Mid Ob region. *Novye Issledovaniya*. 2021;(1(65)):17–23. (In Russ.) doi: 10.46742/2072-8840-2021-65-1-17-23
7. Litovchenko OG, Maximova AS, Barsegian ST. The functional status of the central nervous system in medical students in the Middle Ob region. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya*. 2020;13(1):88–94. (In Russ.) doi: 10.14529/jpps200110
8. Kiyok OV. Effect of internship on the adaptive possibilities of turner trainees. *Kubanskiy Nauchnyy Me-*

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-6-45-53>
Original Research Article

- ditsinskiy Vestnik*. 2019;26(1):108-113. (In Russ.) doi: 10.25207/1608-6228-2019-26-1-108-113
9. Yakovlev VP, Apokina LYu, Litovchenko OG. Mental load and level of mental working capacity of senior graduates in conditions of specialized education. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2020;(5-3(44)):198-201. doi: 10.24411/2500-1000-2020-10582
 10. Maltsev VP. Gender peculiarities of psychophysiological adaptation of students of correspondent education in conditions of educational activity. *Azimut Nauchnykh Issledovaniy: Pedagogika i Psikhologiya*. 2018;7(3(24)):345-348. (In Russ.)
 11. Kuz'mina GV, Chudinova OV. [Functional state of the organism and sensorimotor reactions of students at the initial stage of professional training.] *Modern Science*. 2020;(8-1):216-222. (In Russ.)
 12. Dekker I, De Jong EM, Schippers MC, De Bruijn-Smolters M, Alexiou A, Giesbers B. Optimizing students' mental health and academic performance: AI-enhanced life crafting. *Front Psychol*. 2020;11:1063. doi: 10.3389/fpsyg.2020.01063
 13. Eisenberg D, Hunt J, Speer N. Mental health in American colleges and universities: Variation across student subgroups and across campuses. *J Nerv Ment Dis*. 2013;201(1):60-67. doi: 10.1097/NMD.0b013e31827ab077
 14. Fong CJ, Davis CW, Kim Y, Kim YW, Marriott L, Kim SY. Psychosocial factors and community college student success: A meta-analytic investigation. *Rev Educ Res*. 2017;87(2):388-424. doi: 10.3102/0034654316653479
 15. Keberle SP, Selina AA, Chudinova OV, Evert LS. Functional state of central nervous system in students with various online behavioral patterns. *Ulyanovskiy Mediko-Biologicheskii Zhurnal*. 2021;(1):114-122. (In Russ.) doi: 10.34014/2227-1848-2021-1-114-122
 16. Matveev SS. Features of the functional state of the nervous system of students in dynamics of the four years of study at the university. *Vestnik Psikhofiziologii*. 2017;(4):62-68. (In Russ.)
 17. Vakhtanova GV. Mental performance of foreign students studying at the pedagogical institute of the VISU. In: *Problems of Environmental Education in the XXI Century: Proceedings of the Fifth International Scientific Offline-Online Conference, Vladimir, November 25-27, 2021*. Chelyabinsk: ARKAIM; 2021:130-134. (In Russ.)
 18. Gutnik IN, Yaroslavl'tseva IV, Konopak IA, Isakova NE. Performance of students of various years of study during an academic day. *Izvestiya Irkutskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Psikhologiya*. 2016;17:12-25. (In Russ.)
 19. Conley CS, Travers LV, Bryant FB. Promoting psychosocial adjustment and stress management in first-year college students: The benefits of engagement in a psychosocial wellness seminar. *J Am Coll Health*. 2013;61(2):75-86. doi: 10.1080/07448481.2012.754757
 20. Taylor PG, Pillay HK, Clarke JA. Exploring student adaptation to new learning environments: Some unexpected outcomes. *Int J Learn Technol*. 2004;1(1):100-110. doi: 10.1504/IJLT.2004.003684
 21. Grøtan K, Sund ER, Bjerkeset O. Mental health, academic self-efficacy and study progress among college students – The SHoT study, Norway. *Front Psychol*. 2019;10:45. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00045
 22. Cherevikova IA, Yaroslavl'tseva IV. [Psychophysiological characteristics of the functional state of the central nervous system of university students.] In: *Problems of Theory and Practice of Contemporary Psychology: Proceedings of XIX Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Irkutsk, April 23-24, 2020*. Irkutsk: Irkutsk State University; 2020:220-222. (In Russ.)
 23. Lakomkina AS, Chistova VV. [Functional state of the central nervous system of Northern University students and teachers during changes in the dynamic stereotype of the learning process.] In: *Proceedings of XXIV Congress of Pavlov Russian Physiological Society, St. Petersburg, September 11-15, 2023*. St. Petersburg: VVM Publ.; 2023:475-476. (In Russ.)
 24. Ivakh TV, Minenkova AS, Osipova AA. [Features and analysis of the functional state of the central nervous system of the second-year medical students during the academic year.] *Tendentsii Razvitiya Nauki i Obrazovaniya*. 2023;(98-2):104-106. (In Russ.) doi: 10.18411/trnio-06-2023-92

Сведения об авторах:

✉ **Кошкарлова** Наталья Игоревна – старший преподаватель кафедры биологии ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: i@nkoshkarova.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4479-5661>.

Литовченко Ольга Геннадьевна, д.б.н., профессор кафедры морфологии и физиологии БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет»; e-mail: olgalitovchenko@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8368-2590>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования *Литовченко О.Г.*; сбор данных: *Кошкарлова Н.И.*; анализ и интерпретация результатов: *Литовченко О.Г.*; обзор литературы, подготовка проекта рукописи: *Кошкарлова Н.И.* Оба автора рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: Протокол исследования одобрен Этическим комитетом медико-биологических исследований при БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа-Югры «Сургутский государственный университет» (№ 26 от 29.09.2021 г.).

Соблюдение прав пациентов. Родители обследуемых студентов подписали добровольное информированное согласие на публикацию их данных.

Финансирование: «Это исследование не получило внешнего финансирования»

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 02.12.23 / Принята к публикации: 08.05.24 / Опубликовано: 31.05.24

Author information:

✉ **Natalya I. Koshkarova**, Senior Lecturer, Department of Biology, Tyumen State Medical University; e-mail: i@nkoshkarova.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4479-5661>.

Olga G. Litovchenko, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Department of the Morphology and Physiology, Surgut State University; e-mail: olgalitovchenko@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8368-2590>.

Author contribution: study conception and design: *Litovchenko O.G.*; data collection: *Koshkarova N.I.*; analysis and interpretation of results: *Litovchenko O.G.*; bibliography compilation and referencing, draft manuscript preparation: *Koshkarova N.I.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study design was approved by the Biomedical Ethics Committee at the Surgut State University (protocol No. 26 of September 29, 2021). Parents of the surveyed underage students provided informed consent for publication of their data.

Funding: This research received no external funding.

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

Received: December 2, 2023 / Accepted: May 8, 2024 / Published: May 31, 2024

**Влияние курения электронных сигарет на здоровье подростков и молодежи**Е.И. Шубочкина¹, М.П. Гурьянова¹, А.М. Курганский¹, П.И. Храмцов¹, Ж.Ю. Горелова¹, Е.В. Ануфриева²¹ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России,
Ломоносовский просп., д. 2, стр. 1, г. Москва, 119296, Российская Федерация²ГАУ ДПО «Уральский институт управления здравоохранением им. А.Б. Блохина»,
ул. Карла Либкнехта, д. 86, Екатеринбург, 620075, Российская Федерация**Резюме**

Введение. Электронные сигареты и другие электронные системы доставки никотина в организм, получили широкое распространение среди подростков и молодежи во всем мире. Производители и распространители электронных сигарет представляют их как безвредное инновационное средство, уменьшающее или исключающее вредные продукты горения табака, а также способствующее прекращению обычного курения, что не соответствует действительности.

Цель: изучить особенности влияния электронных сигарет на молодых людей и связанные с этим риски по результатам обзора научных исследований.

Материал и методы. Поиск публикаций по теме осуществлялся на порталах eLibrary, PubMed, КиберЛенинка по ключевым словам: электронные сигареты, вейпы, влияние на здоровье, подростки, молодежь за период 2017–2023 гг. Из выделенных на первоначальном этапе 328 источников было отобрано 38 публикаций, содержащих информацию о распространенности курения электронных сигарет, доказанную оценку рисков появления и развития нарушений в состоянии здоровья подростков и молодежи в условиях использования электронных сигарет.

Результаты. Изучение публикаций по теме показало распространенность использования электронных сигарет, особенности их влияния на молодой организм, возможность формирования никотиновой зависимости у курильщиков электронных сигарет, появление ряда заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем и других заболеваний. Результаты обзора показали влияние доступности электронных сигарет, которые молодые люди могли курить не только дома, но и в общественных местах. Электронные сигареты и вещества, содержащиеся в парении, многие из которых являются канцерогенами, способны негативно влиять на формирование заболеваний у курильщиков. Была показана недостаточная информированность молодежи о негативных последствиях употребления электронных сигарет.

Заключение. Электронные сигареты и вещества, содержащиеся в жидкостях для парения, многие из которых являются канцерогенами, способны оказывать негативное влияние на здоровье. Для обеспечения здоровьесбережения подростков и молодежи необходимо строгое соблюдение уже существующих введенных законодательных ограничений, выполнение мер ограничивающих продажу электронных сигарет и их рекламу, а также разработка и реализация для детей, подростков и молодежи профилактических программ в образовательных организациях. Профилактические программы, реализуемые в образовательных организациях, должны содержать информацию о влиянии электронных сигарет на здоровье и возможные последствия при несоблюдении ограничительных, законодательных мер.

Ключевые слова: электронные сигареты, влияние, здоровье, подростки, молодежь.

Для цитирования: Шубочкина Е.И., Гурьянова М.П., Курганский А.М., Храмцов П.И., Горелова Ж.Ю., Ануфриева Е.В. Влияние курения электронных сигарет на здоровье подростков и молодежи // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 54–63. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-54-63

The Impact of Electronic Cigarettes Smoking on the Health of Adolescents and Young AdultsEvgenyia I. Shubochkina¹, Marina P. Guryanova¹, Alexandr M. Kurgansky¹, Petr I. Khramtsov¹,
Janetta Yu. Gorelova¹, Elena V. Anufrieva²¹National Medical Research Center for Children's Health, Bldg 1, 2 Lomonosovsky Avenue, Moscow, 119296,
Russian Federation²A.B. Blokhin Ural Institute of Healthcare Management, 8B Karl Liebknecht Street, Yekaterinburg, 620075,
Russian Federation;**Summary**

Introduction: Electronic cigarettes, or electronic nicotine delivery devices, have recently appeared on the global market and become very popular with adolescents and young adults. Manufacturers and distributors of e-cigarettes position them as harmless innovative products that reduce or eliminate exposures to harmful tobacco combustion products and help quit smoking, but this is not true.

Objective: To establish health effects of electronic cigarettes and the associated risks for young people by reviewing recent research findings.

Material and methods: We have searched eLibrary, PubMed, CyberLeninka databases for publications on the topic using the following keywords: electronic cigarettes, vapes, health effects, adolescents, and youth. Of 328 sources initially selected, we included 38 papers published in 2017 to 2023 and reporting results of prevalence of smoking electronic cigarettes, assessing health risks posed by the use of e-cigarettes in the review.

Results: Our study revealed the extensive use of electronic cigarettes, specifics of their health effects in young people, the potential for developing nicotine dependence and a whole number of diseases of the respiratory, cardiovascular and digestive systems and other disorders in e-cigarette smokers. According to our findings, e-cigarettes are widely available and easily accessible to schoolchildren and are used not only at home, but also at school. These devices and chemicals contained in the generated aerosols, many of which are carcinogenic to humans, can induce multiple diseases in users. It also demonstrated that young people are poorly aware of adverse outcomes of using the devices.

Conclusions: Electronic cigarettes and the substances contained in vaping liquids, many of which are carcinogenic, can have negative effects on health. In order to ensure the health savings of the child population and youth, strict compliance with the already existing introduced legislative restrictions, the implementation of measures restricting the sale of electronic cigarettes and their advertising, as well as the development and implementation of preventive programs for children, adolescents and youth in educational organizations is necessary. Vaping prevention programs implemented at schools should include information about adverse human health effects of electronic cigarettes and possible consequences in case of non-compliance with restrictive legislative measures.

Keywords: electronic cigarettes, health effects, adolescents, youth.

Cite as: Shubochkina EI, Guryanova MP, Kurgansky AM, Khramtsov PI, Gorelova JYu., Elena V. Anufrieva The Impact of Electronic Cigarettes Smoking on the Health of Adolescents and Young Adults. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):54–63. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-54-63

Введение.

За последние 15 лет произошла значительная эволюция средств доставки никотина в организм человека, начиная с обычных сигарет и заканчивая последними моделями IQOS (систем нагревания табака) и электронных сигарет (ЭС). В настоящее время на рынке представлено более 460 марок электронных сигарет. Вред обычных сигарет доказан в многочисленных исследованиях, проведенных еще в прошлом веке, и потребители широко осведомлены об этом. Однако люди пока не могут быстро отказаться от курения. И табачные компании способствовали созданию новых продуктов – электронных сигарет, которые как будто менее опасны и снижают негативные эффекты [1]. Большая распространенность электронных сигарет и данные об их возможном негативном влиянии на здоровье подростков и молодежи стала актуальной проблемой настоящего времени¹. Проблема безопасности использования электронных сигарет изучена недостаточно, хотя уже получены данные об их негативном влиянии на здоровье подростков и молодежи. Однако системных исследований по этой проблеме было недостаточно, что и определило **цель** настоящего обзора: изучить особенности влияния электронных сигарет на молодых людей и связанные с этим риски с использованием обзора результатов научных исследований.

Материалы и методы. Осуществлен научный обзор исследований по теме на русском и английском языках с использованием информационных порталов и платформ eLIBRARY.ru, PubMed, КиберЛенинка за период 2017–2023 гг. Поиск осуществлялся, по ключевым словам: электронные сигареты, вейпы, влияние на здоровье, подростки, молодежь. Из 328 первоначально выявленных статей были исключены статьи, не соответствующие заявленному возрасту по годам, и после первичного анализа было отобрано 38 публикаций, содержащих информацию о распространенности курения электронных сигарет, доказанную оценку рисков появления и развития нарушений в состоянии здоровья подростков и молодежи в условиях использования электронных сигарет.

Результаты исследований показали, что электронные сигареты обеспечивают доставку никотина в большей концентрации, чем обычные сигареты. Это сопровождается у курильщиков никотиновой зависимостью, болезнями бронхоле-

гочной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, характеризуется ранней инвалидизацией и преждевременной смертью. Также показано, что раннее воздействие никотина на развивающийся мозг детей может нанести вред развитию мозга, которое продолжается до 25 лет. Никотин может влиять на обучение, память и внимание подростков. Проблема осложняется тем, что в настоящее время отсутствуют эффективно доказанные методы лечения никотиновой зависимости у детей до 12 лет. Электронные сигареты стали очень популярными среди подростков и молодежи до 25 лет. Они становятся началом употребления табачной продукции. Доказанная опасность ЭС и их продажа регулируются государством с целью снижения их вредного влияния на здоровье населения [2]. За счет широкого распространения информации о безвредности электронных сигарет и интереса к дизайну ЭС они привлекли внимание не только ранее куривших, но и тех, кто ранее не курил. Это дети, подростки и молодежь. В странах ЕС произошло стремительное увеличение числа лиц, использующих ЭС. В Италии оно выросло за 4 года с 8,4 до 17,5 % в 2018 году, в Грузии с 5,7 до 13,2 %, в Латвии с 9,1 % в 2011 году до 18 % в 2019 году. В Гродно было анонимно опрошено 135 лиц в возрасте 15–18 лет. Среди них пробовали курить ЭС 45,2 %, на постоянной основе употребляют 12,6 %, большинство подростки – мальчики (58,8 %). Стаж курения у большинства – около года. Среди проблем со здоровьем отметили одышку (76,5 %) и частоту ОРВИ раз в полгода (42,2 %). Почти половина опрошенных считает ЭС хорошей заменой классических сигарет и считают, что они не вызывают психоэмоциональной зависимости и безвредны. Треть считает их менее вредными, чем обычные сигареты. Только 15 % ответили, что вред ЭС больше, чем обычных сигарет. Каждый четвертый подросток отметил, что с ними не проводили профилактических бесед о вреде ЭС. Впервые узнали об ЭС от сверстников, из интернета, рекламы. Все это говорит о недостаточной активности профилактической работы с подростками [3]. Авторы исследования рассмотрели вопросы курения электронных сигарет подростками. Были опрошены 44 старшеклассника Саранска. Оказалось, что пробовали курить более половины (25 человек), курят 15 человек, большинство из них – ЭС. Какие названы были причины курения ЭС: модно, дешевле, полностью безопасно – 2 че-

¹ Тактические уловки табачной и никотиновой промышленности приводят к формированию пожизненной зависимости у молодежи. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news/item/23-05-2024-tobacco-and-nicotine-industry-tactics-addict-youth-for-life> (дата обращения 23.05.2024)

ловека, 5 человек ответили, что они не влияют на здоровье. Некоторые из опрошенных указали на негативное влияние, но сказали, что не откажутся от курения. Общее отношение школьников к ЭС – запретить вместе с традиционными; можно курить, но не часто; можно курить, так как они полностью безопасны. Был поставлен эксперимент на уроках химии по изменению важных показателей курильщика и изучению жидкости, применяемой для заправки ЭС. На исследование согласился отец одной ученицы, стаж курения которого составлял более 25 лет. Было показано, что пульс после курения ЭС вырос с 70 до 77 ударов в мин и затем до 88. Задержка дыхания после курения уменьшилась с 45 сек до 31 и затем до 29 секунд. Был также проведен опыт по проращиванию семян фасоли, когда их поливали никотиновой жидкостью для ЭС. В последнем случае не проросло ни одно семя фасоли, а когда они поливались обычной водой – всходы дали 70 %. Данный эксперимент позволил авторам не только показать негативное влияние ЭС, но и провести профилактическую работу со старшеклассниками на уроках химии [4].

Была дана оценка распространенности употребления никотина школьниками и студентами Новосибирской области и Новосибирска с помощью современных средств (4900 человек). Показаны зависимости от никотина, кратности потребления, а также ограничительные меры. Констатировано высокое распространение ЭС среди современной молодежи. На основании полученной информации определена потребность в проведении научно-просветительской работы среди молодежи, а также необходимость отказа от никотинсодержащей продукции [5]. Также был проведен опрос 140 студентов 1–2-го курса колледжа прикладных квалификаций аграрного университета. Результаты исследования показали, что 40 % курят или пробовали курить ЭС, 70 % считали, что такая сигарета служит отказу от курения и не приносит вреда здоровью. Был проанализирован состав жидкостей ЭС. Показано, что большинство жидкостей безопасно в обычном состоянии, но при нагревании все меняется, так как образуются токсичные органические вещества: формальдегид, ацетальдегид, акролеин – возможные канцерогены. Есть частицы токсичных металлов в составе ЭС: олово, кадмий, свинец и ртуть. Таким образом, ЭС являются далеко не безопасными, большинство содержат никотин и вызывают никотиновую зависимость. Люди начинают больше курить от мнимой безопасности ЭС [6]. Проведен опрос 207 человек в возрасте от 14 до 23 лет учащихся колледжей филиала инженерно-строительного института. Средний возраст, в котором начали курить опрошенные, составил 15 лет, чаще это были юноши. В ответах 96,6 % указали, что знают, что такое вейп. Более половины узнали об этом от друзей и знакомых, а также по рекламе в интернете, 63,3 % отметили, что им предлагали «парить» вейп знакомые и друзья. Из ответов было понятно, что 87 % друзей и подруг опрошенных относятся к курению положительно. Большинство опрошенных решили курить ЭС из-за

любопытства, курят 47,8 % всех опрошенных, 16,9 % постоянно. Почти половина родителей знает об этом и относится к этому безразлично, вторая половина запрещает курить. Сами студенты в 90 % ответов считали, что частое курение ЭС негативно влияет на здоровье, и преимущественно сказывается на дыхательной системе. Некоторые студенты ответили, что непосредственно после курения у них было покашливание и головокружение. Большинство считают, что у них нет зависимости от курения вейпов, но отказаться от вейпов готова меньшая часть опрошенных студентов. Авторы делают вывод, что современная молодежь зависима от вейпов, отказаться от них не готова, даже понимая вред для здоровья [7].

Изучение влияния электронных сигарет на организм человека показало, что электронная сигарета не позволяет отказаться от зависимости, в том числе психологической. Никотин является главным психотропным веществом, чувство насыщения пропадает и тянет курить еще и еще. Отмечается повышенная возможность заболевания легких, физическая и психологическая зависимость, снижение аппетита, бессонница, негативное влияние на эмоциональное состояние, высокая вероятность интоксикации в связи с трудностью дозирования. Вывод автора такой, что независимо от видов курения и курительных устройств, каждый из них влияет на здоровье. Нужны профилактические меры для предупреждения любого вида курения [8]. ВОЗ призывает к введению ограничений на продажу электронных сигарет, заявляя о высокой степени опасности этих устройств. В статье приведены примеры опасности электронных курительных систем по результатам анкетирования, где у 72 % опрошенных выявлялись перепады артериального давления и головные боли. Конкуренцию никотин-заместительной терапии составляют электронные устройства доставки никотина, которые активно используются пациентами. На большинстве ЭС вообще не указывался их состав. Изучалась распространенность курения электронных средств среди студентов медицинской академии. Среди студентов 5–6-го курса курили ЭС 30 %, в том числе 43 % девушек. Перешли на ЭС – 20 %, надеясь бросить курить. Однако стаж курения составил 2–3 года, и курильщики не бросили курение. Хотя большинство предполагало вред от курения ЭС, но не знало, что могут быть необратимые поражения легких, спровоцированные вейпингом [9]. Описываются различные курительные приборы и сигареты. Многие люди, желая бросить курить, переходят на вейпы, ЭС, однако при всех видах курения первыми страдают органы дыхания – слизистая носоглотки, трахея, бронхи, легочные альвеолы. Постоянное раздражение слизистой бронхов может вызывать бронхиальную астму, хронический бронхит. Есть связь между курением и частотой заболеваний раком гортани, трахеи и бронхов. Кроме того, после курения нарушается работа сердечно-сосудистой системы, повышается артериальное давление. Так в сутки сердце курящего человека делает больше

на 12–15 тысяч сокращений, чем у некурящего. Никотин влияет на беременных женщин, являясь причиной появления врожденных дефектов у плода [10,11]. Кроме того, с курением табака связывают болезни органов дыхания, в том числе рак легких, сердечно-сосудистые заболевания, нарушения репродуктивной функции у мужчин и женщин и другие. Было опрошено 393 жителя Краснодара с использованием онлайн-анкет. Средний возраст был около 21 года, преобладали женщины (68 %). Результаты показали, что более трети используют как обычные, так и электронные сигареты. Большинство – только ЭС. У 75 % участников оказались симптомы физической зависимости, а у каждого пятого – психической зависимости. Основными факторами, побуждающими к курению, были стрессовые и кризисные ситуации, а также навязанная реклама и мода. Причем предпочтение отдавалось сигаретам с высоким содержанием никотина, что имеет большое социальное значение и проблемы со злоупотреблением табакокурением [12].

Анализ существующих работ по профилактике употребления электронных сигарет среди подростков показал, что вопрос профилактики малоизучен. Программы, связанные с профилактикой употребления электронных сигарет среди подростков через развитие психологической устойчивости/резистентности к попыткам приучить к курению сверстников, вовсе отсутствуют. То есть, можно утверждать, что существует противоречие между необходимостью создания программы профилактики употребления электронных сигарет среди подростков через развитие резистентности и отсутствием разработанного и эффективного содержания, структуры, методов и форм профилактической работы. На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что пар от электронных сигарет обладает теми же свойствами, что и дым от обычных сигарет. Оба способа курения негативно влияют на цитоморфологические показатели в соскобах буккального эпителия, что является прямым доказательством их мутагенного эффекта и может провоцировать возникновение неопластических образований. [13–15].

Была оценена социальная проблема распространности курения ЭС подростками-вейперами. Опросы учащихся от 12 до 18 лет (93 человека) показали, что курили ЭС 72 % мальчиков и 28 % девочек. Стаж курения составил у 74 % опрошенных более 6 месяцев, более года – у 43 %. Основной причиной курения ЭС у 56 % опрошенных было желание приобщения к последним тенденциям, у 28 % – для коммуникации со сверстниками. Около 90 % отметили наличие стрессового фактора и желание абстрагироваться от этого фактора. В числе источников информирования об ЭС были названы сеть Интернет (43 %), опыт использования ЭС друзьями (35 %), остальные указали на моду курения ЭС [16]. Распространенность курения ЭС среди подростков связана с их большей доступностью для подростков, а также мнением об их безопасности для здоровья. Представлены результаты оценки влияния электронных сигарет на самочувствие

и здоровье подростков при их использовании. Показано, что в России активно используют ЭС около 20 миллионов взрослых и более 5 миллионов старших подростков. Причем ЭС стали наиболее частым заменителем обычных сигарет, что может иметь негативные последствия и делает актуальным изучение причин их популярности. Материалы для исследования собирались с помощью онлайн-анкет. Были опрошены школьники в возрасте от 15 до 18 лет. Результаты показали, что знали об ЭС практически все старшеклассники, использовали около 30 %, а пробовали однократно более 70 %. Основным источником информации об ЭС были друзья и знакомые (80 %), а также и сеть Интернет – около 20 %. Каждый третий считал, что они отличаются от обычных сигарет только по стоимости, а также что такие сигареты могут быть использованы в любом месте. Каждый пятый верил, что ЭС более безопасны, чем обычные, а 16 % считали, что они используются для помощи тем, кто хочет бросить курить. Были выяснены причины курения. Оказалось, что почти половина курит просто так, без причины. Каждый третий сказал, что снимает стресс. При этом 49 % не интересовались составом сигарет, но остальные были вполне информированы. Среди курящих подростков большая часть курила ЭС, содержащие 20 мг никотина, меньшая – более легкие с меньшим его содержанием. Исследование показало, что подростки без оснований и ошибочно считают, что данный метод употребления никотина безопасен и не вызывает привыкания [1, 17]. Была проведена оценка функционального состояния показателей дыхательной системы подростков, курящих ЭС, в сравнении с контрольной группой, в которую вошли подростки, которые никогда не курили. Основная группа включала 50 школьников 11-х классов, большинство были юноши. Половина из них имела стаж курения 1 год и больше. В контрольную группу вошли 25 школьников. Обследование состояния дыхательной системы проводилось с использованием спирографа (Spirobank G USB). Оценивались показатели: ЖЕЛ, объем форсированного выдоха за 1 секунду, резервный объем вдоха, резервный объем выдоха. Было показано, что все показатели оказались сниженными в группе курящих, хотя это было статистически недостоверным. По сравнению с нормативными показателями ЖЕЛ была также снижена у курящих. Опрос 75 студентов технического университета показал, что имеется связь между частотой курения ЭС и их видами. Было установлено, что большое число студентов, перешедших на ЭС, стали курить чаще при использовании одних марок ЭС, а при других реже. Они считали, что ЭС безопаснее, чем обычные сигареты, а 70 % начали курить ЭС, чтобы избавиться от обычного курения, что уже отмечалось. Среди студентов 30 % продолжали курить табачные сигареты и электронные. Опрос показал, что большинство студентов имеют зависимость от ЭС [18, 19].

В 2021 году в докладе ВОЗ о глобальной табачной эпидемии впервые появились данные об электронных сигаретах. Опасение ВОЗ вызывает не

только их появление, но и возможность того, что активное использование ЭС в общественных местах, где курение запрещено, может вновь привести к курению в них. Мишенью маркетинговых стратегий для продвижения ЭС являются дети и подростки. Дети, курящие ЭС или даже пробующие, в 2 раза чаще становятся курильщиками. В настоящее время увеличивается число курящих ЭС школьников, которые могут курить в туалете. Мифы о безвредности ЭС развеиваются большим числом исследований о том вреде, который наносится организму, тем более растущему. Регулярное использование ЭС приводит к специфическому повреждению легких с повреждением оболочки бронхов и альвеол маслами и другими веществами, выделяемыми при курении ЭС. Такие заболевания особенно распространены в США, где более 2,5 тысяч вейперов болело. Большинство школьников знает о вредности использования ЭС, но это мало влияет на их поведение, а 85 % родителей не знают об использовании их детьми ЭС. Возникновение зависимости от ЭС связано и с психологическими особенностями подростков. Проблеме не соответствует то внимание, которое ей уделяется в школе. Необходимы профилактические программы, регулярное обсуждение проблемы на уроках основ безопасности жизнедеятельности и других, также необходимо информировать и привлекать родителей, медицинский персонал школ [20]. Наблюдалось группа случаев, когда у пользователей электронных сигарет проявлялись множественные симптомы, такие как одышка, кашель, лихорадка, желудочно-кишечные симптомы и кровохарканье, связанное с повреждением легких, в 2807 случаях, приведших к 68 смертельным случаям в феврале 2020 года [21].

Важно отметить, что в процессе нагревания жидкостей до аэрозоля при курении ЭС могут образовываться летучие органические соединения, такие как акриламид, фенольные соединения, такие как катехол и гидрохинон, и полиароматические углеводороды, которые в дальнейшем могут играть роль в легочной токсичности. Установлено, что курение ЭС может вызывать появление липоидной пневмонии, которая сложно лечится. Вдыхание масел, поступающих при курении ЭС, вызывает воспалительную реакцию и паренхиматозные изменения. Повторные массивные вдыхания приводят к диффузной консолидации легочной паренхимы, что требует дифференциальной диагностики с долевой пневмонией. При длительном течении могут появиться симптомы, приведенные в предыдущем источнике [22].

Анонимное анкетирование 200 человек в социальной сети «ВКонтакте» лиц в возрасте от 18 до 30 лет показало, что большинство курящих (71 %) предпочитали ЭС, остальные – обычные сигареты. Продолжительность курения у каждого третьего составляла 2–3 года и у другой трети – более

5 лет. Считалось, что ЭС более безопасны, чем обычные. Но исследования показали, что в парах ЭС обнаруживается формальдегид, который внесен в список канцерогенов Международным агентством по исследованию рака (МАИР) [23]. В настоящее время растет число потребителей электронных сигарет в связи с неверным представлением об их безопасности [24–28].

Отказ от курения электронных сигарет как способ сохранения здоровья работающей молодежи – это вопрос в плане охраны труда. Участниками Всероссийского молодежного форума, работавшего в комитете Государственной думы по охране здоровья, были внесены предложения о поправках в Закон, регулирующий оборот курительный жидкостей – вейпов. Переход на электронные сигареты привел к распространению курения в торговых центрах, транспорте, на рабочих местах. Борьба с курением электронных сигарет – трудная задача. Рост продаж вырос за последние три года в 7 раз. По мнению авторов исследования вред здоровью стал существенно выше. Среди предлагаемых авторами мер: введение целевых акцизов, обязательная сертификация, запрет рекламы для защиты молодого поколения от вреда курительных смесей и жидкостей [29–31].

Обсуждение. Проведенный анализ публикаций, посвященных курению подростками и молодыми людьми электронных и обычных сигарет показал высокую распространенность курения обоих видов сигарет. Тем не менее мода, реклама и доступность повышают риск распространения использования электронных сигарет по сравнению с обычными. Этому также способствует отсутствие запаха, характерного для обычных сигарет, и недостаточная информированность о последствиях для здоровья курящих ЭС. Показано наличие металлов, признанных канцерогенами в парах ЭС. Результаты исследований показывают на быстрое формирование никотиновой зависимости при курении электронных сигарет и заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой систем, печени и других. Установлена возможность злокачественной трансформации клеток и возможность онкологических заболеваний в будущем при длительном использовании ЭС.

Политика регулирования электронных систем нагревания табака должна идти по пути ужесточения¹. Так в России принят закон², ужесточающий оборот вейпов. Основное изменение – введение полного запрета продажи вейпов и жидкостей для них несовершеннолетним. Детям и раньше запрещалось продавать продукцию с никотином, но они могли покупать жидкости для электронных сигарет с содержанием никотина менее 1 г. Теперь введен полный запрет. Подростки не смогут купить даже безникотиновые вейпы. Запрещено потребление несовершеннолетними никотинсодержащей продукции, устройств для ее потребления (вейпы, айкосы, испа-

¹ Тактические уловки табачной и никотиновой промышленности приводят к формированию пожизненной зависимости у молодежи. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news/item/23-05-2024-tobacco-and-nicotine-industry-tactics-addict-youth-for-life> (дата обращения 23.05.2024)

² Федеральный закон от 28 апреля 2023 г. № 178-ФЗ “О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации”. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406712309/> (дата обращения 23.05.2024)

рители, электронные сигареты и др.), использование кальянов. За нарушение указанного запрета подростки могут быть привлечены к административной ответственности по ст. 6.24 КоАП РФ³, а их родители по ст. 5.35 КоАП РФ⁴ (неисполнение или ненадлежащее исполнение родителями или иными законными представителями несовершеннолетних обязанностей по содержанию, воспитанию, обучению, защите прав и интересов несовершеннолетних), за совершение которого предусмотрено наказание в виде штрафа. Проведенные за последние годы крупные международные спортивные соревнования, такие как Олимпиада, Чемпионат мира по футболу, Чемпионат мира по хоккею, Чемпионат мира по водным видам спорта, а также реализация государственных, областных и муниципальных программ по обновлению спортивной инфраструктуры, позволили изменить в лучшую сторону культуру здорового образа жизни у населения России. Однако с появлением новых форм и видов психоактивных веществ в молодежной среде профилактика и формирование здорового образа жизни у молодежи вновь становится актуальным и приоритетным направлением государственной политики в России [32].

Исследователями установлены несформированная и противоречивая оценка ЭС студентами, в том числе и медицинских вузов, отмечается недостаточная работа по профилактике курения электронных сигарет среди несовершеннолетних в школах и их опасности для здоровья [33–37]. В этой связи необходимы профилактические мероприятия с ограничением рекламы, запретом курения в общественных местах. В образовательных организациях требуется разработка и выполнение специальных программ, посвященных проблемам здоровья при курении электронных сигарет. Разрабатываемые программы должны включать работу не только с учащимися, но и родителями. В исследовании [38] показано что, если привычка свойственна отцам и особенно матерям и является плохим примером для детей-дошкольников, которые стремятся во всем подражать родителям. Необходима профилактическая просветительская работа медицинских, педагогических работников, специалистов социальной службы с данной категорией родителей; следует осуществлять поиск и внедрение инновационных форм и методов повышения у родителей мотивации вести здоровый образ жизни.

Заключение. Результаты обзора показали влияние доступности электронных сигарет на здоровье, которые подростки и молодежь могли курить не только дома, но и в общественных местах. Электронные сигареты и вещества, содержащиеся в парении, многие из которых являются канцерогенами, способны негативно влиять на формирование заболеваний у курильщиков. Для обеспечения здо-

ровьесбережения детского населения и молодежи необходимо строгое соблюдение уже существующих введенных законодательных ограничений, принятие и выполнение мер ограничивающих рекламу и продажу ЭС, а также требуется усиление эффективности проводимых профилактических программ в образовательных организациях. Важна интеграция усилий двух научных дисциплин: гигиены детей и подростков и социальной педагогики, предполагающая объединение медицинских знаний о здоровье ребенка и педагогических знаний о технологиях и их донесения до сознания родителей, детей и подростков; распространение медицинских знаний в образовательной и семейной среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамбарян М.Г., Концевая А.В., Попович М.В., Старовойтов М.Л., Драпкина О.М. Оценка реализации законодательных мер по ограничению торговли табачной продукцией и ее демонстрации в пунктах продаж по результатам анализа литературы и репрезентативного опроса ЭПОХА-РФ. Профилактическая медицина. 2022. Т. 25. №12. С. 21–31. doi: 10.17116/profmed20222512121
2. Салагай О.О., Сахарова Г.М., Антонов Н.С. Электронные системы доставки никотина и нагревания табака (электронные сигареты): обзор литературы // Наркология. 2019. Т. 18. № 9. С. 77–100. doi: 10.25557/1682-8313.2019.09.77-100. EDN NMDLBA.
3. Трус Е.И., Мельгуй А.А., Удодова Е.Р. Отношение подростков к электронным сигаретам и осведомленность о влиянии на организм человека // Актуальные проблемы медицины. Сборник материалов итоговой научно-практической конференции. Отв. редактор С.Б. Вольф. Гродно. 2022. С. 500–501.
4. Панькина В.В., Родионова Л.В., Суродина Е.В. Исследование влияния курения электронной сигареты на элективных курсах по химии // Учебный эксперимент в образовании. 2020. № 4 (96). С. 51–57. EDN HESNOW.
5. Щерба И.В., Чебыкин Д.В., Башков М.В., Семькина М.Д., Тянь А.С. Анализ употребления никотина. с помощью POD-СИСТЕМ подростками Новосибирской области. Обзор исследования токсичных аэрозолей из никотиндоставляющих устройств // Сибирский медицинский вестник. 2023. Т. 7. №1. С. 57–62. doi: 10.315492541-8289-2023-7-1 57-62.
6. Андреева О.П., Терехов А.А. Электронные сигареты: альтернатива курению или вред // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2. С. 197.
7. Чуева В.А. Зависимость современной молодежи от вейпов/электронных сигарет // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 3. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. С. 574–577. EDN HGKQRO.
8. Ишмухамбетова Л.Х. Влияние электронных сигарет на человеческий организм // Евразийское Научное Объединение. 2021. № 8-2(78). С. 120–121. EDN IKCOTS.

³ Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 22.06.2024) Статья 6.24. Нарушение установленного федеральным законом запрета курения табака, потребления никотинсодержащей продукции или использования кальянов на отдельных территориях, в помещениях и на объектах. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/46823aa6addc9c22db5f465daf1fe3a53fc9d280/ (дата обращения 23.05.2024).

⁴ Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 22.06.2024) Статья 5.35. Неисполнение родителями или иными законными представителями несовершеннолетних обязанностей по содержанию и воспитанию несовершеннолетних [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/8c909d7721021e06a0cd78ded36d20014e532670/ (дата обращения 23.05.2024)

9. Михайловский А.И. Влияние электронных курительных систем на бронхолегочную систему // Молодежь XXI века: шаг в будущее: Материалы XXII региональной научно-практической конференции, Благовещенск, 20 мая 2021 года. Благовещенск: Благовещенский государственный педагогический университет, 2021. С. 605-606. EDN KDZTST.
10. Ехлакова А.А., Быкова Л.В., Сапаров Б.М. Какое влияние оказывают на организм курительные приборы и сигареты? // Молодежь и наука. 2022. №7 (4). ЕДН XGFUBR.
11. Королев И.Б., Подкаура О.В. Изменения в системе вегетативной регуляции сердечного ритма при действии высокодисперсного аэрозоля электронной сигареты // Исследования. Инновации. Практика. 2022. № 3. Т. 3. С. 15–19. doi: 10.1811/iip/-06-2022-02
12. Бойко Е.О., Ложникова Л.Е., Арзуманян К.А., Матюшенко А.Д. Особенности формирования никотиновой зависимости у потребителей электронных сигарет // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. 2023. № 2 (119). С. 42–48. doi: 10.26617/1810-3111-2023-2(119)-42-48. EDN KJIAHX.
13. Гайворонская Е.Б., Спахов М.В. Сравнительная характеристика психофизиологического воздействия курения обычных и электронных сигарет // Прикладные информационные аспекты медицины. 2017. Т. 20, № 2. С. 279–283. EDN ZXEDBD.
14. Алехина А.В., Шестаков В.Г., Честных Е.В. Оценка цитоморфологических изменений базального эпителия у курильщиков классических и электронных сигарет // Верхневолжский журнал. 2022. Т. 21 №. 1. С. 34–38. EDN EMZXIA.
15. Кулишов В.В., Тихон М.В., Ткачев Д.К., Яцько А.В. Профилактика употребления электронных сигарет у подростков через развитие резистентности (Проект «Лучше не начинать!») // Актуальные вопросы педагогической науки и образования : Сборник статей по материалам авторских исследований II Всероссийской научно-практической конференции и Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Краснодар, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор О.А. Мосина. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2022. С. 222–227. EDN ZBTFAV.
16. Сарваретдинов А.И., Минеева В.М. Влияние акцизов на рынок электронных сигарет, как способ контроля со стороны государства // Академическая публицистика. 2017. № 10. С. 118–123. EDN ZSGNEN.
17. Казанцева А.В., Тихонова М.С., Тимофеев Е.С., Савельева С.Е., Пропаганда здорового образа жизни школьников старших классов. // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2024. №1. С. 17–34. doi: 10.24412/2312-2935-2024-1-17-34
18. Скворцова С.В., Штурмин Ф.С. Правовое регулирование использования электронных сигарет в России. // Успехи в химии и химической технологии. 2017. Т. 31. № 7(188). С. 79–81. EDN ZTEWXL.
19. Шарифулина К.А. Электронные сигареты – не сигареты? // Современные проблемы науки, ОБЩЕСТВА и ОБРАЗОВАНИЯ : сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 ноября 2021 года. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). 2021. С. 322–324. EDN GOQXIF.
20. Laiden J, Ghinai I, Pray I et al. Pulmonary Illness Related to E-Cigarette Use in Illinois and Wisconsin-Final Report. N England J Med. 2020;382(10):903-916. doi: 10.1056/NEJMoa1911614
21. Soto B, Costanzo L, Puskoor A, Akkari N, Geraghty P. The implications of Vitamin E acetate in E-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury. Ann Thorac Med. 2023;18(1):1-9. doi: 10.4103/atm.atm_144_22
22. Гараев А.Т., Сахипов М.А., Суслов Н.С. Электронные сигареты и риск развития липоидной пневмонии // WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS : сборник статей LXI Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 января 2022 года. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. С. 270–272. EDN WSAGFU.
23. Гарипова. Р.Н. Влияние компонентов электронных сигарет на злокачественную трансформацию клеток человека // Научно – практический журнал электронный журнал Аллея науки. 2018. Т. 1. № 2 (18). С. 74–76. EDN YSVLZN.
24. Вахтанова Г.М., Арепьев А.Р. Оценка функциональных показателей дыхания подростков курящих электронные сигареты // Проблемы экологического образования в XXI веке : труды VI Международной научной конференции (очно-заочной), Владимир, 24 ноября 2022 года. Владимир: Аркаим, 2022. С. 129–132. EDN GTSEOE.
25. Грек И.С. Влияние факторов окружающей среды на приобретение зависимости от электронных сигарет у студентов – подростков, обучающихся в колледжах // ИННОВАЦИОННЫЙ ДИСКУРС РАЗВИТИЯ современной науки и ТЕХНОЛОГИЙ : сборник статей Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 10 мая 2021 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2021. С. 115–121. EDN DRROHP.
26. Маркина А.А., Глущенко П.И., Корчевский А.А. Химия электронных сигарет // Горизонты биофармацевтики – 2017 : Сборник материалов Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 25-летию биотехнологического факультета, Курск, 21–22 апреля 2017 года. Курск: Курский государственный медицинский университет. 2017. С. 74–75. EDN ZJQNFH.
27. Ogunwale M, Li M., Raju M. Aldehyde Detection in Electronic cigarette aerosols ACS Omega. 2017; 2(3):1207-1214. doi: 10.1021/acsomega.6b00489
28. Колпакова Т.В., Утюганова В.В. Отказ от курения электронных сигарет как способ сохранения здоровья работающей молодежи // Безопасность городской среды : Материалы VI Международной научно-практической конференции, Омск, 21–23 ноября 2018 года / Под общ. ред. Е.Ю. Тюменцевой. Омск: Омский государственный технический университет, 2019. С. 464–467. EDN YXPBPV.
29. Петрейкин И.Ю., Петрейкина К.С. Чему отдает предпочтение молодежь: обычным сигаретам или электронным? // Международный студенческий научный вестник. 2019. № 2. С. 9. EDN KOJIVV.
30. Карсаков А.В., Мокрецова Н.М. Вейпы: к вопросу о регулировании социально опасных продуктов. В сборнике: Культура народов в социальном пространстве и времени // Культура народов в социальном пространстве и времени : Сборник материалов межвузовской студенческой научно-практической конференции. Электронное издание сетевого распространения, Иркутск, 27 июня 2017 года / Ответственные редакторы Т.С. Каримова, М.Г.

- Евдокимова. Иркутск: Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2017. С. 81-86. EDN ZBZTJF.
31. Чиглинцев В.М., Щипотин Д.В., Нигматулина А.Р. Уровень знаний учащихся образовательных учреждений о негативном воздействии электронных сигарет // Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт : СОРОК ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ, Белгород, 29 ноября 2021 года. Белгород: ООО ГиК, 2021. С. 556-560. EDN PVMDFH.
 32. Королев А.С., Андронов С.А. Профилактика употребления электронных сигарет в образовательной организации // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2018. № 11 (165). С. 150-153. EDN YPSEGL.
 33. Передельская М.Ю. Влияние электронных сигарет на респираторную систему детей и подростков с бронхиальной астмой // Практическая аллергология. 2023. № 2. С. 34-38
 34. Лычковская М.А., Заяц О.В. Изучение осведомленности среди студентов о влиянии электронных сигарет на здоровье // Международный студенческий научный вестник. 2021. № 1. С. 18
 35. Сатонина Е.В. Влияние электронных сигарет на сатурацию и общее состояние здоровья молодых людей // Forcipe. 2022. Т. 5. № S3. С. 415
 36. Шабардин А.М., Букарова М.А., Степанова О.Р. Изучение осведомленности среди студентов о влиянии электронных сигарет на здоровье // Modern Science. 2023. № 10-2. С. 53-58
 37. Алексейчик К.В., Сак Д.А., Заяц О.В. Изучение осведомленности населения об отрицательном влиянии курения табачных и электронных сигарет на здоровье // Международный студенческий научный вестник. 2023. № 1. С. 13
 38. Гурьянова М.П., Храмцов П.И., Лашнева И.П., Горелова Ж.Ю. Формирование здоровья детей дошкольного возраста в семье: результаты социально-педагогического исследования // Педагогика. 2023. Т. 87, № 4. – С. 71-79. EDN QQFORN.
 5. Shcherba IV, Chebykin DV, Funtikov AS, Bashkov MV, Semykina MD, Tyan AS. Analysis of adolescents nicotine use by means of pods in the Novosibirsk region. Research overview of toxic substances of aerosols from nicotine delivery systems. *Sibirskiy Meditsinskiy Vestnik*. 2023;7(1):57-62. (In Russ.) doi: 10.31549/2541-8289-2023-7-1-57-62
 6. Andreeva OP, Terekhov AA. Electronic cigarettes: Alternative to smoking or harm. *Nauka i Obrazovanie*. 2022;5(2):197. (In Russ.)
 7. Chueva VA. [Dependence of modern youth on vapes/e-cigarettes.] In: *Generation of the Future: The View of Young Scientists – 2022: Proceedings of the 11th International Youth Scientific Conference, Kursk, November 10–11, 2022*. Kursk: Southwest State University Publ.; 2022;3:574-577. (In Russ.)
 8. Ishmukhambetova LKh. [Impact of e-cigarettes on the human body.] *Evraziyskoe Nauchnoe Ob'edinenie*. 2021;(8-2(78)):120-121. (In Russ.)
 9. Mikhailovsky AI. [Effect of electronic smoking systems on the bronchopulmonary system.] In: *Youth of the XXI Century: A Step into the Future: Proceedings of XXII Regional Scientific and Practical Conference, Blagoveshchensk, May 20, 2021*. Blagoveshchensk: Blagoveshchensk State Pedagogical University Publ.; 2021:605-606. (In Russ.)
 10. Ekhlakova AA, Bykova LV, Saparov BM. What is the influence of smoking appliances and cigarettes on the body? *Molodezh i Nauka*. 2022;(7):4. (In Russ.)
 11. Korolev IB, Podkaura OV. [Changes in the system of vegetative regulation of the heart rhythm following the exposure to e-cigarette highly dispersed aerosol.] *Issledovaniya. Innovatsii. Praktika*. 2022;(3(3)):15-19. (In Russ.) doi: 10.18411/iip-06-2022-02
 12. Boiko EO, Lozhnikova LE, Arzumanyan KA, Matyushenko AD. Features of the formation of nicotine addiction among consumers of electronic cigarettes. *Sibirskiy Vestnik Psikhologii i Narkologii*. 2023;(2(119)):42-48. (In Russ.) doi: 10.26617/1810-3111-2023-2(119)-42-48
 13. Gayvoronskaya EB, Spakhov MV. Comparative characteristic of psychophysiological influence of conventional and electronic cigarette smoking. *Prikladnye Informatsionnye Aspekty Meditsiny*. 2017;20(2):279-283. (In Russ.)
 14. Alekhina AV, Shestakov VG, Chestnykh EV. Assessment of cytomorphological changes of buccal epithelium in smokers of classical and electronic cigarettes. *Verkhnevolzhskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2022;21(1):34-38. (In Russ.)
 15. Kulishov VV, Tikhon MV, Tkachev DK, Yatsko AV. The program of prevention of the use of electronic cigarettes in adolescents through the development of resistance ("It's better not to start!"). In: Mosin OA, ed. *Actual Issues of Pedagogical Science and Education: Proceedings of the Second All-Russian Scientific and Practical Conference and the All-Russian Student Scientific and Practical Conference, Krasnodar, May 19–20, 2022*. Krasnodar: Kuban State University Publ.; 2022:222-227. (In Russ.)
 16. Sarvaretdinov AI, Mineeva VM. [Impact of excise taxes on the e-cigarette market as a way of state control.] *Akademicheskay Publitsistika*. 2017;(10):116-121. (In Russ.)
 17. Kazantseva AV, Tikhonova MS, Timofeev ES, Saveleva SE. Promotion of healthy lifestyle for high school children. *Sovremennyye problemy zdavoohraneniya i medicinskoj statistiki*. 2024;(1): 17-34 (In Russ.) doi: 10.24412/2312-2935-2024-1-17-34
 18. Skvortsova SV, Shturmin PS. Legal regulation of the use of electronic cigarettes in Russia. *Uspekhi v Khimii i Khimicheskoy Tekhnologii*. 2017;31(7(188)):79-81. (In Russ.)

REFERENCES

19. Sharifulina KA. Are electronic cigarettes not cigarettes? In: Gulyaev GYu., ed. *Contemporary Problems of Science, Society and Education: International Scientific and Practical Conference, Penza, November 25, 2021*. Penza: Nauka i Prosveshchenie Publ.; 2021:322-324. (In Russ.)
20. Layden JE, Ghinai I, Pray I, et al. Pulmonary illness related to e-cigarette use in Illinois and Wisconsin – Final report. *N Engl J Med*. 2020;382(10):903-916. doi: 10.1056/NEJMoa1911614
21. Soto B, Costanzo L, Puskoor A, Akkari N, Geraghty P. The implications of Vitamin E acetate in E-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury. *Ann Thorac Med*. 2023;18(1):1-9. doi: 10.4103/atm.atm_144_22
22. Garaev AT, Sakhipov MA, Suslov NS. Electronic cigarettes and the risk of lipoid pneumonia. In: *World Science: Problems and Innovations: Proceedings of the LXI International Scientific and Practical Conference, Penza, January 30, 2022*. Penza: Nauka i Prosveshchenie Publ.; 2022:270-272. (In Russ.)
23. Garipova RN. [Influence of e-cigarette components on malignization of human cells.] *Alleya Nauki*. 2018;1(2(18)):74-76. (In Russ.)
24. Vakhtanova GM, Arepiev AR. Evaluation of functional respiratory parameters of adolescents smoking electronic cigarettes. In: *Problems of Environmental Education in the XIX Century: Proceedings of the Sixth International Scientific Offline-Online Conference, Vladimir, November 24, 2022*. Vladimir: Arkaim Publ.; 2022:129-132. (In Russ.)
25. Grek IS. The influence of environmental factors on the acquisition of dependence on e-cigarettes in adolescent college students. In: *Innovative Discourse on the Development of Contemporary Science and Technologies: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Petrozavodsk, May 10, 2021*. Petrozavodsk: Novaya Nauka Publ.; 2021:115-121. (In Russ.)
26. Markina AA, Glushchenko PI, Korchevsky AA. Chemistry of e-cigarettes. In: *Horizons of Biopharmaceuticals: Proceedings of the International Scientific and Practical Youth Conference Dedicated to the 25th Anniversary of the Faculty of Biotechnology, Kursk, April 21–22, 2017*. Kursk: Kursk State Medical University Publ.; 2017:74-75. (In Russ.)
27. Ogunwale M, Li M, Raju MVR, et al. Aldehyde detection in electronic cigarette aerosols. *ACS Omega*. 2017;2(3):1207-1214. doi: 10.1021/acsomega.6b00489
28. Kolpakova TV, Utyuganova VV. [Giving up smoking e-cigarettes as a way to maintain health of working youth.] In: *Tyumentseva EYu, ed. Safety of the Urban Environment: Proceedings of the Sixth International Scientific and Practical Conference, Omsk, November 21–23, 2018*. Omsk: Omsk State Technical University Publ.; 2019:464-467. (In Russ.)
29. Petreykin IY, Petreykina KS. What do young people prefer: Usual cigarettes or electronic? *Mezhdunarodnyy Studencheskiy Nauchnyy Vestnik*. 2019;(2):9. (In Russ.)
30. Karsakov AV, Mokretsova NM. Vapes: On the issue of regulating socially dangerous products. In: *Karimova TS, Evdokimova MG. Culture of Peoples in Social Space and Time: Proceedings of the Interuniversity Student Scientific and Practical Conference, Irkutsk, June 27, 2017*. Irkutsk: East Siberian Institute of the Russian Ministry of Internal Affairs Publ.; 2017:81-86. (In Russ.)
31. Chiglintsev VM, Shchepotin DV, Nigmatullina AR. [The level of knowledge of students of educational institutions about negative effects of electronic cigarettes.] In: *Science and Education: Domestic and Foreign Experience: Proceedings of the 43rd International Scientific and Practical Conference, Belgorod, November 29, 2021*. Belgorod: GiK Publ.; 2021:556-560. (In Russ.)
32. Korolev AS, Andronov SA. Prevention of electronic cigarettes use in the educational organization. *Uchenye Zapiski Universiteta im. P.F. Lesgafta*. 2018;(11(165)):150-153. (In Russ.)
33. Peredelskaya MY. The effect of electronic cigarettes on the respiratory system of children and adolescents with bronchial asthma. *Practical Allergology*. 2023;(2):34-38. (In Russ.)
34. Lychkovskaya MA, Zayats OV. Studying awareness among students about the impact of electronic cigarettes on health. *International Student Scientific Bulletin*. 2021;(1):18. (In Russ.)
35. Satonina EV. The effect of electronic cigarettes on the saturation and general health of young people. *Forcipe*. 2022;5(S3):415.
36. Shabardin AM, Bukarova MA, Stepanova OR. Studying awareness among students about the impact of electronic cigarettes on health. *Modern Science*. 2023;(10-2):53-58. (In Russ.)
37. Alekseychik KV, Sak DA, Zayats OV. Studying public awareness about the negative impact of smoking tobacco and electronic cigarettes on health. *International Student Scientific Bulletin*. 2023;(1):13. (In Russ.)
38. Gurianova MP, Khramtsov PI, Lashneva IP, Gorelova ZYu. Formation of the health of preschool children in the family: The results of socio-pedagogical research. *Pedagogika*. 2023;87(4):71-79. (In Russ.)

Сведения об авторах:

✉ **Шубочкина** Евгения Ивановна – д.м.н., доцент, ведущий специалист ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России; e-mail: evshub@yanbex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3557-3867>.

Гурьянова Марина Петровна – д.п.н., профессор, главный научный сотрудник; e-mail: guryanowamp@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-906682>.

Курганский Александр Михайлович – к.м.н., ведущий научный сотрудник ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России; e-mail: alexandr@amkurgansky.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7688-586X>.

Храмцов Петр Иванович – д.м.н., профессор, руководитель ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России; e-mail: pikhrantsov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0476-0969>.

Горелова Жанетта Юрьевна – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России; e-mail: nczdlep@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9787-4411>.

Ануфриева Елена Владимировна – д.м.н., доцент, заместитель директора по научной работе ГАУ ДПО «Уральский институт управления здравоохранением им. А.Б. Блохина»; e-mail: elena-@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2727-2412>

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Шубочкина Е.И., Храмцов П.И.; сбор данных Шубочкина Е.И., Курганский А.М.; анализ и интерпретация результатов все авторы, подготовка проекта рукописи: Шубочкина Е.И., Горелова Ж.Ю., Ануфриева Е.В., Курганский А.М. Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует заключения этического комитета или других документов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: соавтор статьи Ануфриева Е.В. является членом редакционной коллегии научно-практического журнала «Здоровье населения и среда обитания», остальные авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 05.05.24 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликовано: 28.06.24

Author information:

✉ Evgenyia I. **Shubochkina**, Dr. Sci. (Med.), Docent, Leading Specialist National Medical Research Center for Children's Health; e-mail: evshub@yanbex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3557-3867>.

Marina P. **Guryanova**, Dr. Sci. (Pedag.), Professor, Chief Researcher National Medical Research Center for Children's Health; e-mail: guryanowamp@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9066-6882>.

Alexandr M. **Kurgansky**, Cand. Sci. (Med.), Leading Researches National Medical Research Center for Children's Health; e-mail: alexandr@amkurgansky.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7688-586X>.

Petr I. **Khramtsov**, Dr. Sci. (Med.), Professor National Medical Research Center for Children's Health; e-mail: pikhramtsov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0476-0969>.

Janetta Yu. **Gorelova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher National Medical Research Center for Children's Health; e-mail: nczdlep@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9787-4411>.

Elena V. **Anufrieva**, Dr. Sci. (Med.), docent, Deputy Director for Research, A.B. Blokhin Ural Institute of Healthcare Management; e-mail: elena-@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2727-2412>.

Author contribution: study conception and design: *Shubochkina E.I., Khramtsov P.I.*; data collection: *Shubochkina E.I., Kurgansky A.M.*; analysis and interpretation of results: all authors; draft manuscript preparation: *Shubochkina E.I., Gorelova J.Yu., Anufrieva E.V., Kurgansky A.M.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

Conflict of interest: Elena V. Anufrieva is a member of the editorial board of the Russian journal Public Health and Life Environment; others authors have no conflicts of interest to declare.

Received: May 5, 2024 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024

© Коллектив авторов, 2024

УДК 613.6.02



Распространенность курения и риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы у работников электросетевых объектов

Л.П. Кузьмина, Р.А. Анварул, Л.М. Безрукавникова, Н.А. Анварул

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»,
пр-т Будённого, д. 31, г. Москва, 105275, Российская Федерация

Резюме

Введение. Курение является фактором риска, вносящим наибольший вклад в преждевременную смертность и инвалидность от целого ряда злокачественных новообразований, сердечно-сосудистых заболеваний, а также болезней органов дыхания. Промышленные рабочие в большей степени подвержены курению по сравнению с населением в целом, и это может приводить к большему риску нарушения их здоровья.

Цель исследования: анализ связи распространенности курения с риском развития болезней сердечно-сосудистой системы у работников электросетевых объектов.

Материалы и методы. В клинике ФГБНУ «НИИМТ» обследованы 2651 мужчина, разделенные на две группы: некурящие – 1107 человек; курящие – 1544 человека. Обследование включало сбор анамнеза, измерение роста, веса, расчет ИМТ, измерение систолического и диастолического артериального давления, определение уровней глюкозы, холестерина, высокочувствительного С-реактивного белка. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica: расчет среднего значения, стандартная погрешность среднего значения, поиск минимального и максимального значения для всех показателей в изучаемых группах, анализ таблиц сопряжения проводили, используя критерий χ^2 (хи-квадрат).

Результаты. Распространенность гипертонической болезни у курящих во всех возрастных группах, кроме возраста 30–39 лет, была достоверно выше, чем у некурящих. В группе курящих по сравнению с группой некурящих достоверно превышено число лиц с высоким сердечно-сосудистым риском по уровню общего холестерина (ОХ) ($\geq 6,2$ ммоль/л) в возрастных группах 50–59 лет ($\chi^2 = 5,323$, $p = 0,022$) и старше 60 лет ($\chi^2 = 4,475$, $p = 0,035$). Уровень высокочувствительного С-реактивного белка, соответствующий высокому сердечно-сосудистому риску (уровень > 3 мг/л), достоверно выше у курильщиков, чем у некурящих.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости включения обязательным пунктом вопроса о приверженности к употреблению курительной продукции в рамках проведения первичного и периодического медицинских осмотров с целью предупреждения риска развития или прогрессирования уже имеющейся сердечно-сосудистой патологии.

Ключевые слова: табакокурение, гипертоническая болезнь, общий холестерин, высокочувствительный С-реактивный белок.

Для цитирования: Кузьмина Л.П., Анварул Р.А., Безрукавникова Л.М., Анварул Н.А. Распространенность курения и риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы у работников электросетевых объектов // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 64–72. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-64-72

Prevalence of Smoking and the Risk of Cardiovascular Diseases in Power Grid Workers

Lyudmila P. Kuzmina, Richard A. Anvarul, Lyudmila M. Bezrukavnikova, Nana A. Anvarul

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31 Budyonny Avenue, Moscow, 105275, Russian Federation

Summary

Introduction: Smoking is a risk factor that contributes the most to premature mortality and disability from a whole range of malignant neoplasms, cardiovascular and respiratory diseases. Industrial workers are more likely to smoke compared to the general population, which may lead to a greater risk of their health impairment.

Objective: To analyze the relationship between the prevalence of smoking and the risk of developing diseases of the cardiovascular system in power grid workers.

Materials and methods: 2,651 men were examined at the clinic of Izmerov Research Institute of Occupational Health and divided into two groups of 1,107 non-smokers and 1,544 smokers. The examination included collection of a medical history, height and weight measurements, calculation of the body mass index (BMI), systolic and diastolic blood pressure measurements, and blood testing for glucose, cholesterol, and high-sensitivity C-reactive protein levels. The data were analyzed using Statistica 10.0 with the calculation of the means, their standard errors, minimum and maximum values for all indicators in the study groups; the analysis of the contingency tables was carried out using the chi-square test.

Results: The prevalence of hypertension in the smokers was significantly higher than in the non-smokers of all age groups, but for those aged 30 to 39 years. The number of workers with high total cholesterol (≥ 6.2 mmol/L) and, therefore, increased cardiovascular risks was statistically higher among the smokers aged 50–59 years ($\chi^2 = 5.323$, $p = 0.022$) and 60 years and older ($\chi^2 = 4.475$, $p = 0.035$). The level of high-sensitivity C-reactive protein posing a high cardiovascular risk (> 3 mg/L) was statistically higher in the smoking than in non-smoking workers.

Conclusion: Our findings show the necessity of considering smoking habits within pre-employment and periodic medical examinations in order to prevent risks of developing new or exacerbating already existing cardiovascular diseases.

Keywords: tobacco smoking, hypertension, total cholesterol, high-sensitivity C-reactive protein.

Cite as: Kuzmina LP, Anvarul RA, Bezrukavnikova LM, Anvarul NA. Prevalence of smoking and the risk of cardiovascular diseases in power grid workers. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):64–72. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-64-72

Введение. Сохранение здоровья работающего населения занимает особое место среди приоритетных направлений государственной политики в области охраны и укрепления здоровья. Большинство заболеваний работников являются многофакторными. Однако сочетанное действие факторов индивидуального, популяционного и профессионального риска зачастую недооценивается при проведении исследований в области медицины труда. Понимание взаимодействия между факторами риска рабочей среды и персональными рисками каждого работника может помочь более точному прогнозированию и более качественной профилактике профессиональных заболеваний и болезней, связанных с воздействием вредных факторов производственной среды.

Одной из важнейших задач профилактики заболеваний является формирование здорового образа жизни, включающего здоровое питание и отказ от вредных привычек [1, 2].

Несмотря на то что за последние годы в развитых странах наблюдается медленное сокращение распространенности потребления табачной продукции, курение все еще остается проблемой как развитых, так и в большей степени развивающихся стран. Данные ВОЗ свидетельствуют, что курение является одной из самых распространенных вредных привычек во всем мире, при этом ВОЗ говорит о глобальной табачной эпидемии. В XX веке табачная эпидемия унесла жизни 100 миллионов человек, сейчас ежегодно умирает 5,4 миллиона. Если не будут приняты срочные меры, к 2030 году смертность превысит 8 миллионов в год¹.

Распространенность курения среди населения РФ остается критически высокой [3]. По данным ВЦИОМ, распространенность курения в России среди взрослого населения составляет 29–45 % среди мужчин и 15 % среди женщин [3]. По этим показателям эксперты ВОЗ поставили РФ на пятую позицию среди 52 стран европейского региона: 2786 выкуриваемых сигарет приходится на 1 человека. В Китае этот показатель равен 1711 сигаретам, в США – 1028, а в Англии – 750 сигаретам. Медико-социальная проблема распространенности курения в РФ может быть решена при проведении единой государственной политики в сфере охраны здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции, которая регулируется Федеральным законом «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции» от 23.02.2013 № 15-ФЗ. «Стратегия формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года»².

Сегодня значительное количество исследований посвящено оценке влияния курения на организм человека [4–6]. Многочисленные лабораторные

и эпидемиологические исследования свидетельствуют о влиянии курения на риск развития заболеваний практически каждой патофизиологической системы организма человека. Курение является фактором риска, вносящим наибольший вклад в преждевременную смертность и инвалидность от целого ряда злокачественных новообразований, сердечно-сосудистых заболеваний, а также болезней органов дыхания [5, 6].

Наибольший «вклад» в смертность от болезней, вызванных курением, в 2019 г. вносили рак легких (19 и 14 % смертей среди мужчин и женщин соответственно), хроническая ишемическая болезнь сердца (10 и 14 % смертей) и хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) (9 и 8 % смертей). Эти причины возглавляют список наиболее опасных с точки зрения последствий курения причин смерти [7].

Метаанализ распространенности употребления табачных изделий среди работников промышленных предприятий свидетельствует, что промышленные рабочие в большей степени подвержены курению по сравнению с населением в целом, и это может приводить к большему риску нарушения их здоровья [8, 9].

В рамках исследований, проведенных в середине 90-х годов прошлого столетия в России, установлено, что у мужчин 40–59 лет 35 % всех смертей от ССЗ обусловлено курением [10]. Вклад курения в общую смертность и смертность от ССЗ среди мужчин в России намного выше, чем в остальных странах Европейского региона. Курильщики в два раза чаще имеют проблемы, связанные с кровообращением [11].

Потребление табака вызывает выраженные изменения со стороны сердечно-сосудистой системы. Вдыхание табачного дыма приводит к нескольким немедленным ответным реакциям. В течение одной минуты после вдыхания табачного дыма растет частота сердечных сокращений (ЧСС); при этом в первые 10 мин курения она увеличивается на 30 %. Угарный газ, содержащийся в табачном дыме, оказывает негативное влияние на сердце, снижая кислородную емкость крови. При длительном курении повышенная ЧСС и сниженная кислородная емкость крови могут стать хроническими состояниями. Курение повышает АД, усиливает вазоконстрикцию, снижает прочность стенок кровеносных сосудов [12]. Курение повышает риск возникновения эндотелиальной дисфункции и развития различных форм атеросклероза. Эндотелиальные клетки капилляров малого круга кровообращения у курильщиков подвергаются повреждению, что приводит к эндотелиальной дисфункции [13, 14]. Также курение способствует увеличению уровня общего холестерина, негативно влияет на соотношение липопротеидов высокой плотности (ЛВП) и липопротеидов низкой плотности (ЛНП), повышает уровень фибриногена и увеличивает образование тромбоцитов. Воздействуя на симпатическую нервную систему, никотин усиливает липолиз (расщепление

¹ WHO Report on the global tobacco epidemic, 2017: monitoring tobacco use and prevention policies. World Health Organization; 2017. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241512824> (дата обращения: 24.01.2024).

² Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15 января 2020 г. № 8 «Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года».

жирных кислот), активирует процессы перекисного окисления липидов, ускоряет высвобождение свободных жирных кислот и повышает их содержание в крови. Это влечет за собой нарушения липидного обмена. Возрастает содержание в сыворотке крови общего холестерина и холестерина липопротеидов низкой плотности, снижается концентрация холестерина липопротеидов высокой плотности, обладающих антиатерогенным действием. В результате повышается вероятность развития атеросклероза, а также прогрессирования уже имеющихся его проявлений [15]. У курильщиков выше вероятность развития острых сердечно-сосудистых заболеваний на фоне протекающего заболевания в более молодом возрасте и на более раннем этапе [16]. Современные представления о механизмах развития сердечно-сосудистой патологии при табакокурении рассмотрены в специальных обзорах [5, 17, 18]. Курение вызывает необратимые изменения в стенках артерий: атеросклеротические изменения магистральных артерий у курильщиков встречаются уже в молодом возрасте [19].

Несмотря на то что влияние табакокурения и механизмы патологического влияния табачного дыма на развитие сердечно-сосудистой патологии у курильщиков достаточно хорошо изучены и представлены в медицинской литературе [20], влияние курения на развитие общесоматических заболеваний у работников, подвергающихся воздействию различных вредных профессиональных факторов, изучены недостаточно. Имеющиеся в литературе данные разноречивы. В работе [21] установлено, что при обследовании 2810 горняков апатит-нефелиновых и медно-никелевых рудников в Кольском Заполярье не выявлено негативных влияний табакокурения на распространенность общесоматических заболеваний. Более того, в группе «Курящие» риск болезней органов кровообращения оказался достоверно меньше, чем в группе «Некурящие». Данные углубленного медицинского осмотра 1021 работника цехов электролиза никеля Кольской горно-металлургической компании свидетельствуют о том, что распространенность заболеваний системы кровообращения у курящих работников данного производства в 2 раза выше, чем у некурящих работников [22].

Таким образом, многочисленные данные, доказывающие этиологическую роль курения в развитии неинфекционных заболеваний, и разноречивые данные о влиянии курения на развитие сердечно-сосудистых заболеваний у рабочих разных отраслей экономической деятельности определяют актуальность исследования.

Цель исследования: анализ связи распространенности курения с риском развития болезней сердечно-сосудистой системы у работников электросетевых объектов.

Материалы и методы. На базе клиники ФГБНУ «НИИ МТ» был проведен объемный анализ базы данных работников электросетевых объектов, подвергавшихся воздействию электромагнитных полей промышленной частоты (50 Гц), проходивших периодический медицинский осмотр (ПМО) в период с 2020 по 2023 год. Было проанализировано 15 тысяч медицинских карт, из которых включены в анализ 2651.

Исследования проведены с письменного согласия обследуемых с соблюдением этических принципов проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта и правил клинической практики в Российской Федерации, утвержденных Приказом Минздрава России № 266 от 19.06.2003. Проведение исследования одобрено заключением Локального этического комитета ФГБНУ «НИИ МТ» (протокол № 8 от 11.11.2020).

Всем обследованным было проведено анкетирование, направленное на выявление фактора курения. По результатам анкетирования обследованные работники были разделены на две группы: 1-я группа «некурящие» включала 1107 работников (критерием включения в группу некурящих являлся ответ в анкете: не курили никогда или курили нерегулярно 1–2 сигареты в день); во 2-ю группу «курящие» вошло 1544 человека (критерием включения в группу курящих являлся ответ в анкете: курили ежедневно три и более сигарет в день). Обследованные являлись мужчинами 30–75 лет. Средний возраст в группе «некурящие» составил $49,0 \pm 3,7$ года, в группе «курящие» – $48,0 \pm 3,5$ года ($p > 0,05$). Средний стаж обследованных в группе «некурящие» составил $8,3 \pm 2,9$ года, в группе «курящие» – $8,1 \pm 3,0$ года ($p > 0,05$). Большинство обследованных являлись работниками со стажем менее 10 лет (50 %) (табл. 1). Обследованные группы достоверно не отличались по возрасту, стажу и воздействию профессиональных факторов (класс условий труда 3.1).

В ходе проведения медицинского осмотра обследуемым было проведено комплексное обследование, включающее физикальное обследование (измерение роста, веса, расчет ИМТ, измерение систолического и диастолического артериального давления); лабораторное исследование биохимических показателей крови: глюкоза, холестерин, высокочувствительный С-реактивный белок.

Оценка состояния обследуемых лиц проводилась с учетом отклонений от нормы результатов

Таблица 1. Распределение обследованных групп по стажу
Table 1. Distribution of the examined workers by work experience

Стаж работы, лет / Work experience, years	Группы работников / Groups of workers			
	1-я «некурящие» / Non-smokers		2-я «курящие» / Smokers	
	n	%	n	%
< 10	255	47,7	372	51,7
10–19	164	30,7	205	28,5
≥ 20	116	21,7	143	19,9

физикальных, функциональных, лабораторных и рентгенологических исследований. Антропометрические измерения включали измерение окружности талии (ОТ), роста, веса и последующий расчет индекса массы тела (ИМТ). Критерием висцерального ожирения считалось ОТ более 94 см. ИМТ рассчитывался по формуле Кетле. ИМТ был проанализирован в соответствии с классификацией ожирения Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ, 1997)³.

Биохимические показатели состояния углеводного и липидного обменов, а также уровень высокочувствительного С-реактивного белка (вЧСРБ) определяли спектрофотометрическим методом на автоматическом биохимическом анализаторе Konelab 30i (Thermo Fisher Scientific, Финляндия) с использованием соответствующих тестовых систем. Наличие нарушений углеводного и липидного обменов оценивалось по критериям метаболического синдрома Американского общества клинических эндокринологов (ААСЕ, 2003) [23].

Для статистической обработки материала использовались описательные статистические методы, в том числе расчет среднего значения, стандартная погрешность среднего значения, поиск минимального и максимального значения для всех показателей в изучаемых группах. Результаты количественных данных при нормальном распределении показателей представлены в виде $M \pm sd$, где M является средним, sd – стандартное отклонение. Анализ таблиц сопряжения проводили, используя критерий χ^2 (хи-квадрат).

Статистически значимым считали уровень достоверности $p < 0,05$. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США).

Ограничения исследования. Не учитывался индекс курения и содержание ЛПНП, ЛПВП и триглицеридов. При проведении профосмотра

учитывали только фактор курения и определяли уровни глюкозы, общего холестерина и вЧСРБ в сыворотке крови.

Результаты. Анализ данных по распределению обследованных по возрасту и группам показал, что процент курящихся с увеличением возраста снижается. Наибольший процент курящихся находился в возрастной группе 30–39 и 40–49 лет (рисунок).

В структуре заболеваемости работников электросетевых объектов наибольший вес имеют заболевания эндокринной и сердечно-сосудистой систем 19 и 25 % соответственно.

Анализ отдельных нозологических форм по обследованным группам показал, что в группе курящих работников достоверно чаще встречались болезни системы кровообращения и органов дыхания, чем в группе некурящих (табл. 2).

Диагноз эндокринной патологии установлен у 673 человек (25 % из общей группы обследованных), из них ожирение диагностировано у 238 (35,4 %) лиц в группе некурящих и 270 (40,1 %) в группе курящих работников (табл. 3).

Из числа обследованных 86 % в группе курящих работников имели избыточную массу тела (ИМТ ≥ 25), а в группе некурящих работников 72 % ($\chi^2 = 79,489$, $p < 0,001$) (табл. 4).

Диагноз сердечно-сосудистой патологии имеют 498 человек (18,8 % из группы обследованных). Среди болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением, больший процент занимает гипертензивная болезнь (ГБ) сердца с преимущественным поражением сердца – 403 случая (81 % от всех болезней системы кровообращения). У обследованных с установленным диагнозом «ГБ» с преимущественным поражением сердца ожирение зафиксировано у 56,7 % обследованных, предожирение – у 38,5 %. Распространенность артериальной гипертензии достоверно увеличивается с возрастом:



Рисунок. Распределение обследованных по возрасту и по группам

Figure. Age and group distribution of the examined workers

³ World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic: Report of a WHO Consultation on Obesity, Geneva, 3–5 June 1997. [Электронный ресурс.] Geneva: WHO; 1997. <https://iris.who.int/handle/10665/63854> (дата обращения: 24.01.2024)

Таблица 2. Распределение общих соматических заболеваний среди обследованных групп
Table 2. Distribution of common non-communicable diseases in the examined groups

Класс болезней / Disease category	Группы работников / Groups of workers				Достоверность различий / Statistical significance of differences
	1-я «некурящие» / Non-smokers		2-я «курящие» / Smokers		
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	
Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	183	16,5	315	20,4	$\chi^2 = 6,331; p = 0,012$
Болезни эндокринной системы / Diseases of the endocrine system	299	27,0	374	24,2	$\chi^2 = 2,644; p = 0,104$
Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	6	0,5	34	2,2	$\chi^2 = 11,956; p < 0,001$
Заболевания ЖКТ / Diseases of the digestive system	105	9,4	172	11,1	$\chi^2 = 1,887; p = 0,170$
Заболевания мочеполовой системы / Diseases of the genitourinary system	117	10,6	125	8,1	$\chi^2 = 4,754; p = 0,030$

Таблица 3. Распространенность отдельных нозологий у обследованных с эндокринной патологией
Table 3. The prevalence of certain disorders in the examined workers with diseases of the endocrine system

Патология / Disorder	Группы работников / Groups of workers			
	1-я «некурящие» / Non-smokers		2-я «курящие» / Smokers	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Ожирение / Obesity	238	35,4	270	40,1
СД 2-го типа / Type 2 diabetes	22	3,2	40	5,9
Прочие / Others	39	5,8	64	9,5

Таблица 4. Распределение обследованных по ИМТ
Table 4. Distribution of the workers by the body mass index

Индекс массы тела / Body mass index	Группы работников / Groups of workers			
	1-я «некурящие» / Non-smokers		2-я «курящие» / Smokers	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
< 25	308	36,8	214	13,9
25,0–29,9	441	39,8	791	51,2
≥ 30	358	32,3	539	34,9

3,2 % в возрастной группе 30–39 лет, 9,4 % – 40–49 лет, 21,6 % – 50–59 лет и 37 % – 60 лет и старше.

Анализ фактора курения среди обследованных работников, имеющих диагноз «ГБ», показал достоверно высокий процент ГБ у курящих во всех возрастных группах, кроме возраста 30–39 лет, что указывает на влияние данного фактора на развитие ГБ (табл. 5).

Проведенные исследования состояния углеводного обмена в группах курящих и некурящих в зависимости от возраста достоверных различий не выявили.

Изучение состояния липидного обмена в зависимости от возраста показало в группе «курящих» по сравнению с «некурящими» достоверное превышение числа лиц с высоким сердечно-сосудистым риском по уровню общего холестерина (ОХ) ($\geq 6,2$ ммоль/л) в возрастных группах 50–59 лет ($\chi^2 = 5,323, p = 0,022$) и старше 60 лет ($\chi^2 = 4,475, p = 0,035$). Количество обследованных с нормальным уровнем общего холестерина ($< 5,2$ ммоль/л) было достоверно меньше у курящих работников, что говорит о влиянии фактора курения на липидный обмен и развитие сердечно-сосудистых осложнений (табл. 6).

При анализе результатов исследования высокочувствительного С-реактивного белка (вчСРБ) показано, что число лиц с уровнем вчСРБ, соответствующим высокому сердечно-сосудистому риску (уровень > 3 мг/л), достоверно выше у курильщиков, чем у некурящих: уровень < 1 мг/л, соответствующий низкому сердечно-сосудистому риску, выявлен у 22,4 % в группе некурящих и 14,6 % в группе курящих работников, уровень 1–3 мг/л, соответствующий среднему сердечно-сосудистому риску, – у 61,4 % в группе некурящих и 58,7 % в группе курящих работников, уровень > 3 мг/л, соответствующий высокому риску, – у 16,2 % в группе некурящих и 26,7 % в группе курящих работников (табл. 7).

Обсуждение. Анализ распространенности табакокурения у работников электросетевых объектов, подвергающихся в процессе трудовой деятельности воздействию электромагнитных полей промышленной частоты (50 Гц) (класс условий труда 3.1), оказывающих неблагоприятное воздействие на эндокринную и сердечно-сосудистую систему [24], свидетельствует, что наиболее распространено курение среди работников 30–49 лет со стажем менее 10 лет. Распространенность ГБ возраста-

Таблица 5. Распределение обследованных с диагнозом «гипертоническая болезнь» по возрастным группам
Table 5. Distribution of the patients diagnosed with hypertension by age groups

Возраст, лет / Age, years	Группы работников / Groups of workers				Достоверность различий / Statistical significance of differences
	1-я «некурящие» / Non-smokers		2-я «курящие» / Smokers		
	п	%	п	%	
30–39	8	2,7	16	3,2	$\chi^2 = 0,231$ $p = 0,631$
40–49	20	7,8	42	10,3	$\chi^2 = 5,048$ $p = 0,025$
50–59	54	14,3	135	27,1	$\chi^2 = 20,569$ $p < 0,001$
≥ 60	45	25,7	83	55,7	$\chi^2 = 30,288$ $p < 0,001$
Всего / Total	127	11,5	276	17,9	$\chi^2 = 20,507$ $p < 0,001$

Таблица 6. Распределение обследованных лиц по уровню общего холестерина в возрастных группах
Table 6. Age-specific distribution of the examined workers by the level of total cholesterol

Уровень ОХ, ммоль/л / Total cholesterol, mmol/L	Возраст, лет / Age, years	Группы работников / Groups of workers				Достоверность различий / Statistical significance of differences
		1-я «некурящие» / Non-smokers		2-я «курящие» / Smokers		
		n	%	n	%	
< 5,2	30–39	177	59,0	250	51,1	$\chi^2 = 4,644, p = 0,032$
	40–49	126	49,4	165	40,5	$\chi^2 = 5,008, p = 0,026$
	50–59	172	45,6	195	39,1	$\chi^2 = 3,779, p = 0,052$
	≥ 60	91	52,0	49	32,9	$\chi^2 = 11,982, p < 0,001$
5,2-6,2	30–39	88	29,3	161	32,9	$\chi^2 = 1,110, p = 0,293$
	40–49	85	33,3	148	36,3	$\chi^2 = 0,631, p = 0,427$
	50–59	122	32,3	189	37,9	$\chi^2 = 2,853, p = 0,092$
	≥ 60	55	31,4	61	40,9	$\chi^2 = 3,167, p = 0,076$
≥ 6,2	30–39	35	11,7	78	15,9	$\chi^2 = 2,781, p = 0,096$
	40–49	44	17,2	94	23,1	$\chi^2 = 3,241, p = 0,072$
	50–59	63	16,7	115	23,0	$\chi^2 = 5,323, p = 0,022$
	≥ 60	29	16,5	39	26,2	$\chi^2 = 4,475, p = 0,035$

Таблица 7. Средние показатели вч-СРБ
Table 7. Mean levels of high-sensitivity C-reactive protein

Уровень вч-СРБ, мг/л / hs- CRP level, mg/L	Группы работников / Groups of workers				Достоверность различий / Statistical significance of differences
	1-я «некурящие» / Non-smokers		2-я «курящие» / Smokers		
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	
< 1	248	22,4	232	14,6	$\chi^2 = 23,663$ $p < 0,001$
1–3	675	61,4	911	58,7	$\chi^2 = 1,044$ $p = 0,307$
≥ 3	177	16,2	417	26,7	$\chi^2 = 45,023$ $p < 0,001$

ла во всех возрастных группах работающих, но процент курящих достоверно превышал таковой у некурящих. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о негативном влиянии курения на липидный обмен (повышение уровня ОХ), что свидетельствует о высоком сердечно-сосудистом риске и обуславливает необходимость расширенного исследования состояния липидного обмена у работников, проходящих периодические медицинские осмотры.

В большинстве исследований на сегодня роль СРБ в оценке риска ССЗ изучается с помощью высокочувствительных методов диагностики. Самое современное исследование СРБ сосредоточено на роли СРБ и его изоформ в развитии сердечно-сосудистых заболеваний и инсульте. СРБ используется в качестве клинического маркера воспаления, при этом повышенные уровни в сыворотке крови являются предиктором сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с бессимптомными сердечно-сосудистыми заболеваниями [25, 26].

Выявленная ассоциация уровня высокочувствительного СРБ с курением свидетельствует об информативности данного маркера в комплексной оценке сердечно-сосудистого риска и роли курения в развитии системного воспаления. В роли курения [26] показано, что маркеры воспаления, которые могут указывать на атеросклероз, нормализуются спустя 5 лет после отказа от курения. Таким образом, воспалительное звено патогенеза ССЗ, формирующееся на фоне курения, является обратимым и может быть устранено при снижении количества потребляемых сигарет и отказе от курения.

Потребление табачных изделий остается главным неблагоприятным фактором риска развития сердечно-сосудистых, cerebrovasкулярных заболеваний и смертности. Отрицательное влияние потребления табака на здоровье трудоспособного населения приводит к развитию общесоматических заболеваний, утрате трудоспособности, снижению эффективности производства. Экономический ущерб от курения сотрудников в итоге несут работодатели.

Заключение. С целью предупреждения риска развития или прогрессирования уже имеющейся сердечно-сосудистой патологии целесообразно в рамках проведения первичного и периодического медицинских осмотров включить обязательным пунктом вопрос о приверженности к употреблению курительной продукции и информировать работников о последствиях табакокурения для здоровья. Рабочее место является потенциально эффективным местом проведения программ профилактики табакокурения; выявление профессиональных групп с высокой распространенностью курения может помочь работодателям в разработке профилактических программ для сохранения здоровья работающих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салагай О.О., Брюн Е.А., Бухтияров И.В. и др. Methodological approaches to the identification of markers of alcohol abuse in workers according to medical examination // Медицина труда и промышленная экология. 2021. Т. 61. № 2. С. 72–76. doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-2-72-76
2. Салагай О.О., Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Безрукавникова Л.М., Хотулева А.Г., Анварул Р.А. Влияние курения на формирование профессиональных заболеваний легких у работающих, контактирующих с промышленными аэрозолями // Общественное здоровье. 2021. Т. 1. № 3. С. 32–41. doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41
3. Гамбарян М.Г., Драпкина О.М. Распространенность потребления табака в России: динамика и тенденции. Анализ результатов глобальных и национальных опросов // Профилактическая медицина. 2018. Т. 21. № 5. С. 45–62. doi: 10.17116/profmed20182105145
4. Гаджиева С.Р., Алиева Т.И., Гаджиева Х.Ф. Влияние табака на здоровье человека // Молодой ученый. 2017. Т. 178. № 44. С. 99–102.
5. Остроумова О.Д., Извеков А.А., Воеводина Н.Ю. Курение как фактор риска сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний: распространенность, влияние на прогноз, возможные стратегии прекращения курения и их эффективность. Часть 1. Распространенность курения и влияние на прогноз // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2017. Т. 6. №13. С. 871–879. doi: 10.20996/1819-6446-2017-13-6-871-879
6. Салагай О.О., Антонов Н.С., Сахарова Г.М., Передельская М.Ю., Стародубов В.И. Влияние табакокурения на развитие и течение хронического бронхита // Профилактическая медицина. 2020. № 23 (4). С. 7–13.
7. Калабихина И.Е., Кузнецова П.О., Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Смертность, ассоциированная с курением, в регионах России // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2021. № 6. С. 13–26.
8. Amiri S, Hosseini SM. Prevalence of current and former smoking in industrial workers worldwide: A systematic review and meta-analysis. *J Addict Dis*. 2021;39(3):288–306. doi: 10.1080/10550887.2020.1860422
9. Райкова С.В., Райкин С.С., Комлева Н.Е., Гаджиева М.К. Распространенность употребления табачных изделий среди работников промышленных предприятий // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 6. С. 641–644. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-6-641-644
10. Плавинский С.Л., Плавинская С. И. Курение и смертность в крупном проспективном исследовании // Российский семейный врач. 2012. Т. 16. № 2. С. 29. doi: 10.17816/RFD2012229-36
11. Халтурина Д., Замятина Е., Зубкова Т. Вклад курения в смертность в России в 2019 году // Демографическое обозрение. 2021. Т. 8. № 1. С. 81–105. doi: 10.17323/demreview.v8i1.12394
12. Richard J.C. Williams. Хроническое влияние никотина на частоту сердечных сокращений // Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2013. Т. 1. № 1. С. 20–28.
13. Benowitz NL, Burbank AD. Cardiovascular toxicity of nicotine: Implications for electronic cigarette use. *Trends Cardiovasc Med*. 2016;26(6):515–523. doi: 10.1016/j.tcm.2016.03.001
14. Прокофьева Е.Б. Курение как фактор риска развития эндотелиальной дисфункции у пациентов с артериальной гипертензией. <https://www.lvach.ru/2036/partners/15438014> (дата обращения 25.01.2024).
15. Пинчук А.Ф., Митьковская Н.П., Статкевич Т.В., Картун Л.В. Предикторы неблагоприятных событий у пациентов с различным психоэмоциональным статусом при постинфарктном кардиосклерозе // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук. 2015. № 4. С. 92–96.
16. United States Department of Health and Human Services. *How Tobacco Smoke Causes Disease: The Biology and Behavioral Basis for Smoking-Attributable Disease: A Report of the Surgeon General*. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention (US); 2010. Accessed January 24, 2024. <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/6067>
17. Gupta R, Gurm H, Bartholomew JR. Smokeless tobacco and cardiovascular risk. *Arch Intern Med*. 2004;164(17):1845–1849. doi: 10.1001/archinte.164.17.1845
18. Yanbaeva DG, Dentener MA, Creutzberg EC, Wesseling G, Wouters EFM. Systemic effects of smoking. *Chest*. 2007;131(5):1557–1566. doi: 10.1378/chest.06-2179
19. Тодуа Ф.И., Гачечиладзе Д.Г., Балавадзе М.Б., Ахвледиани М.В. Влияние ряда атерогенных факторов риска на состояние комплекса интима-медиа общей сонной артерии // Кардиология. 2003. № 3. С. 50–53.
20. Ambrose JA, Barua RS. The pathophysiology of cigarette smoking and cardiovascular disease: An update. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(10):1731–1737. doi: 10.1016/j.jacc.2003.12.047
21. Сорокин Г.А., Сюрин С.А. Оценка влияния вредных условий труда и курения на здоровье работников промышленных предприятий // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 6. С. 646–651. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-646-651
22. Сюрин С.А., Горбанев С.А. Влияние курения на состояние здоровья работников электролизного производства никеля // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 12. С. 21–24.
23. Bloomgarden ZT. American Association of Clinical Endocrinologists (AACE) consensus conference on the insulin resistance syndrome: 25–26 August 2002, Washington, DC. *Diabetes Care*. 2003;26(3):933–939. doi: 10.2337/diacare.26.3.933
24. Кузьмина Л.П., Кислякова А.А., Безрукавникова Л.М. Распространенность эндокринной и сердечно-сосудистой патологии среди работников, подвергающихся воздействию магнитных полей // Материалы 16-го Российского Национального Конгресса с международным участием «Профессия и здоровье», 2021. С. 293–295.
25. Москалев А.В., Сбойчаков В.Б., Цыган В.Н., Апчел А.В. Роль хемокинов в иммунопатогенезе атеросклероза // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2018. Т. 20. № 1. С. 195–202. doi: 10.17816/brmma12310
26. Sproston NR, Ashworth JJ. Role of C-reactive protein at sites of inflammation and infection. *Front Immunol*. 2018;9:754. doi: 10.3389/fimmu.2018.00754

REFERENCES

- Salagai OO, Bryun EA, Bukhtiyarov IV, et al. Methodological approaches to identifying markers of alcohol abuse in employees according to medical examination. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2021;61(2):72-76. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-2-72-76
- Salagai OO, Bukhtiyarov IV, Kuzmina LP, Bezrukavnikova LM, Khotuleva AG, Anvarul RA. The influence of smoking on the formation of occupational lung diseases in workers who come into contact with industrial aerosols. *Obshchestvennoe Zdorov'e*. 2021;1(3):32-41. (In Russ.) doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41
- Gambaryan MG, Drapkina OM. Prevalence of tobacco consumption in Russia: Dynamics and trends. Analysis of global and national survey results. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2018;21(5):45-62. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed20182105145
- Gadzhieva SR, Alieva TI, Gadzhieva HF. [The effect of tobacco on human health.] *Molodoy Uchenyy*. 2017;(44(178)):99-102. (In Russ.)
- Ostroumova OD, Izvekov AA, Voevodina NYu. Smoking as a risk factor of cardiovascular and cerebrovascular diseases: Prevalence, impact on prognosis, possible smoking cessation strategies and their effectiveness. Part 1. Smoking prevalence and impact on prognosis. *Ratsional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii*. 2017;13(6):871-879. (In Russ.) doi: 10.20996/1819-6446-2017-13-6-871-879
- Salagai OO, Antonov NS, Sakharova GM, Peredelskaya MU, Starodubov VI. The effect of smoking on the development and progress of chronic bronchitis. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2020;23(4):7-13. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed2020230417
- Kalabikhina IE, Kuznetsova PO, Tikunov VS, Chereshnia OYu. Smoking-associated mortality in Russian regions. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5: Geografiya*. 2021;(6):13-26. (In Russ.)
- Amiri S, Hosseini SM. Prevalence of current and former smoking in industrial workers worldwide: A systematic review and meta-analysis. *J Addict Dis*. 2021;39(3):288-306. doi: 10.1080/10550887.2020.1860422
- Raikova SV, Raykin SS, Komleva NE, Gadzhieva MK. The prevalence of tobacco use among industrial workers. *Gigiena i Sanitariya*. 2022;101(6):641-644. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-6-641-644
- Plavinski SL, Plavinskaya SI. Smoking and mortality in a large prospective study. *Rossiyskiy Semeynyy Vrach*. 2012;16(2):29-36. (In Russ.)
- Khaltourina D, Zamiatnina E, Zubkova T. The impact of smoking on mortality in Russia in 2019. *Demograficheskoe Obozrenie*. 2021;8(1):81-105. (In Russ.) doi: 10.17323/demreview.v8i1.12394
- Williams RJC. Heart rate and nicotine: A chronic problem. *Mezhdunarodnyy Zhurnal Serdtsa i Sosudistyykh Zabolevaniy*. 2013;1(1):20-28. (In Russ.)
- Benowitz NL, Burbank AD. Cardiovascular toxicity of nicotine: Implications for electronic cigarette use. *Trends Cardiovasc Med*. 2016;26(6):515-523. doi: 10.1016/j.tcm.2016.03.001
- Prokofieva EB. Smoking is a risk factor for the development of endothelial dysfunction in patients with arterial hypertension. (In Russ.) Accessed January 25, 2024. <https://www.lvrach.ru/2036/partners/15438014>
- Pinchuk AF, Mitkovskaya NP, Statkevich TV, Kartun LV. Predictors of adverse events in patients with different emotional status at postinfarction atherosclerosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical Series*. 2015;(4):92-96. (In Russ.)
- United States Department of Health and Human Services. *How Tobacco Smoke Causes Disease: The Biology and Behavioral Basis for Smoking-Attributable Disease: A Report of the Surgeon General*. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention (US); 2010. Accessed January 24, 2024. <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/6067>
- Gupta R, Gurm H, Bartholomew JR. Smokeless tobacco and cardiovascular risk. *Arch Intern Med*. 2004;164(17):1845-1849. doi: 10.1001/archinte.164.17.1845
- Yanbaeva DG, Dentener MA, Creutzberg EC, Wesseling G, Wouters EFM. Systemic effects of smoking. *Chest*. 2007;131(5):1557-1566. doi: 10.1378/chest.06-2179
- Todua FI, Gachechiladze DG, Balavadze MB, Akhvediani MV. Effect of atherogenic risk factors on the state of common carotid artery intima-media. *Kardiologiya*. 2003;43(3):50-53. (In Russ.)
- Ambrose JA, Barua RS. The pathophysiology of cigarette smoking and cardiovascular disease: An update. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(10):1731-1737. doi: 10.1016/j.jacc.2003.12.047
- Sorokin GA, Syurin SA. Assessment of the impact of harmful working conditions and smoking on the health of industrial workers. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(6):646-651. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-646-651
- Syurin SA, Gorbanev SA. Influence of smoking on the state of health of nickel electrolysis production workers. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017;(12(297)):21-24. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2017-297-12-21-24
- Bloomgarden ZT. American Association of Clinical Endocrinologists (AACE) consensus conference on the insulin resistance syndrome: 25-26 August 2002, Washington, DC. *Diabetes Care*. 2003;26(3):933-939. doi: 10.2337/diacare.26.3.933
- Kuzmina LP, Kislyakova AA, Bezrukavnikova LM. The prevalence of endocrine and cardiovascular pathology among workers exposed to magnetic fields. In: *Profession and Health: Proceedings of the 16th Russian National Congress with international participation, Vladivostok, September 21-24, 2021*. Moscow: NGO Association of Occupational Medicine Physicians and Specialists; 2021:293-295. (In Russ.) doi: 10.31089/978-5-6042929-2-1-2021-1-293-295
- Moskalev AV, Sboychakov VB, Tsygan VN, Apchel AV. Chemokines' role in immunopathogenesis of atherosclerosis. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii*. 2018;(1(61)):195-202. (In Russ.)
- Sproston NR, Ashworth JJ. Role of C-reactive protein at sites of inflammation and infection. *Front Immunol*. 2018;9:754. doi: 10.3389/fimmu.2018.00754

Сведения об авторах:

Кузьмина Людмила Павловна – д.б.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заместитель директора по научной работе; e-mail: lpkuzmina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3186-8024>.

Анварул Ричард Азимович – младший научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований; e-mail: richrich95@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2628-2531>.

✉ **Безрукавникова Людмила Михайловна** – к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований; e-mail: bezrukavnikovalm@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0430-4154>.

Анварул Нана Анзоровна – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований; e-mail: nanamt@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6093-947X>.

Информация о вкладе авторов: идея, дизайн исследования: *Кузьмина Л.П.*, сбор и обработка материала: *Анварул Р.А.*, анализ результатов, обработка материала и написание статьи: *Безрукавникова Л.М.*, обработка материала, формирование таблиц: *Анварул Н.А.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование проведено с соблюдением этических принципов проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта и правилам клинической практики в Российской Федерации, утвержденными Приказом Минздрава России № 266 от 19.06.2003. Получено заключение этического комитета при ФГБНУ «НИИ МТ» (протокол № 8 от 11.11.2020) и добровольное информированное согласие пациентов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 17.05.24 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликована: 28.06.24

Author information:

Lyudmila P. **Kuzmina**, Dr. Sci. (Biol.), Prof., Honored Scientist of the Russian Federation; Deputy Director for Science; e-mail: lpkuzmina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3186-8024>.

Richard A. **Anvarul**, Junior Researcher, Laboratory of Biomedical Research; e-mail: richrich95@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2628-2531>.

✉ Lyudmila M. **Bezrukavnikova**, Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Laboratory of Biomedical Research; e-mail: bezrukavnikovalm@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0430-4154>.

Nana A. **Anvarul**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Biomedical Research; e-mail: nanamt@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6093-947X>.

Author contributions: study conception and design: *Kuzmina L.P.*; data collection and processing, table preparation: *Anvarul R.A.*, *Anvarul N.A.*; analysis and interpretation of results, draft manuscript preparation: *Bezrukavnikova L.M.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study was conducted in compliance with the ethical principles for medical research involving human subjects and the rules of clinical practice in the Russian Federation approved by Order of the Russian Ministry of Health No. 266 dated June 19, 2003. The study was approved by the Ethics Committee at Izmerov Research Institute of Occupational Health protocol No. 8 of November 11, 2020; written informed consent was obtained from all participants.

Funding: This research received no external funding.

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

Received: May 17, 2024 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024



Сравнительный анализ эритроцитов, витаминов В₁₂ и В₉, железа в крови у мужчин, работающих в различных климатических поясах

Р.С. Рахманов¹, Д.А. Нарутдинов², Е.С. Богомолова¹, С.А. Разгулин¹, Д.В. Непряхин¹, Л.Л. Зайцев³

¹ ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, ул. Партизана Железняка, д. 1, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, 3500063, Российская Федерация

Резюме

Введение. Изменению постоянства гематологических показателей способствуют, в т. ч. дефицит витаминов и минеральных веществ.

Цель: сравнительный анализ эритроцитов, содержания витаминов В₁₂, В₉, железа в крови у мужчин, работающих в различных климатических поясах.

Материал и методы. В июне–июле 2022–2023 гг. проведена оценка в крови показателей, характеризующих эритроциты, содержание витаминов В₁₂, В₉ и железа у здоровых мужчин-военнослужащих в Арктике (№ 1, $n = 51$), в Субарктике (№ 2, $n = 54$) и умеренном (№ 3, $n = 58$) климатическом поясе, а также оценка характера питания.

Результаты. В Арктике, Субарктике и умеренном поясе в летний период года снижены эритроциты у 39,4; 14,8 и 10,3 % (20, 8 и 6 чел.), гематокрит – у 19,6; 9,3 и 10,3 % (10, 5 и 6 чел.), средняя концентрация Hb в эритроците – у 21; 16,7 и 27,6 % (12, 9 и 16 чел.); увеличены средний объем эритроцита у 17,8; 13,0 и 10,3 % (9, 7 и 6 чел.), содержание гемоглобина в эритроците – у 11,8; 22,2 и 24,1 % (6, 12 и 14 чел.). В Субарктике и умеренном поясе, кроме того, снижен гемоглобин у 7,4 и 10,3 % (4 и 6 чел.). Низкая обеспеченность организма витаминами В₁₂ – у 100,0; 73,6 и 67,2 % (51, 40 и 39 чел.) и В₉ – у 89,8; 81,2 и 44,8 % (46, 44 и 26 чел.). Признаки анемии в Арктике и Субарктике формировались на фоне дефицитов витаминов В₁₂ и фолиевой кислоты, в умеренном поясе вероятны как монодефициты, так и сочетанный дефицит цианокобаламина и фолиевой кислоты. МСНС и MCV до 100 фл. не исключают регенераторную фазу железодефицитной анемии.

Выводы. В Арктике необходима оптимизация рациона питания продуктами с повышенным содержанием биологически активных веществ растительного происхождения, в Субарктике и умеренном поясе – повышение знаний в области индивидуальной профилактики поливитамиными препаратами. В Арктике и Субарктике при диспансеризации определять витамины В₁₂, В₉, в умеренном – при выявлении отклонений в показателях, характеризующих эритроциты.

Ключевые слова: Арктика, Субарктика, умеренный пояс, мужчины, характеристика эритроцитов, витамины В₁₂ и В₉, железо, признаки анемий.

Для цитирования: Рахманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Непряхин Д.В., Зайцев Л.Л. Сравнительный анализ эритроцитов, витаминов В₁₂ и В₉, железа в крови у мужчин, работающих в различных климатических поясах // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 73–80. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-73-80

Comparative Analysis of Red Blood Cells and Blood Levels of Iron and Vitamins В₁₂ and В₉ in Men Working in Different Climate Zones

Rofail S. Rakhmanov,¹ Denis A. Narutdinov,² Elena S. Bogomolova,¹ Sergei A. Razgulin,¹ Dmitry V. Nepryakhin,¹ Leonard L. Zaytsev³

¹ Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

² Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasensky, 1 Partizan Zheleznyak Street, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

³ Kuban State Medical University, 4 Mitrofan Sedin Street, Krasnodar, 3500063, Russian Federation

Summary

Introduction: Vitamin and mineral deficiencies, inter alia, cause changes in hematological parameters.

Objective: To compare characteristics of red blood cells and blood levels of iron and vitamins В₁₂ and В₉ in men working in different climate zones.

Material and methods: In June–July of the years 2022 and 2023, we assessed nutritional patterns and blood parameters characterizing red blood cells and the levels of iron, vitamins В₁₂ and В₉ in healthy male military personnel residing in the Arctic (Group 1, $n = 51$), Subarctic (Group 2, $n = 54$), and temperate (Group 3, $n = 58$) climate zones.

Results: In the summertime, we established a decreased red blood cell count in 39.4 %, 14.8 %, and 10.3 % of the subjects (20, 8, and 6 men), hematocrit – in 19.6 %, 9.3 %, and 10.3 % (10, 5 and 6 men), and mean corpuscular hemoglobin concentration – in 21.6 %, 16.7 %, and 27.6 % (12, 9, and 16 men), but an increased mean corpuscular volume in 17.8 %, 13.0 %, and 10.3 % (9, 7, and 6 men) and corpuscular hemoglobin – in 11.8 %, 22.2 %, and 24.1 % (6, 12, and 14 men) in the Arctic, Subarctic and temperate zones, respectively. Besides, in the Subarctic and temperate zones, lower hemoglobin was measured in 7.4 % and 10.3 % of the examined (4 and 6 men). We observed vitamin В₁₂ deficiency in 100.0 %, 73.6 %, and 67.2 % (51, 40, and 39 men) and vitamin В₉ deficiency – in 89.8 %, 81.2 %, and 44.8 % (46, 44, and 26 men) of the subjects serving in the Arctic, Subarctic and temperate zones, respectively. Signs of anemia in the Arctic and Subarctic residents developed against the background of vitamin В₁₂ and folic acid deficiency; in the temperate zone, both single and combined cyanocobalamin and folic acid deficiencies were likely. The mean corpuscular hemoglobin concentration and mean corpuscular volume up to 100 fL did not exclude the regenerative phase of iron deficiency anemia.

Conclusion: In the Arctic, it is important to improve the diet by adding foods with a high content of bioactive substances of plant origin; in the Subarctic and temperate zones, it is necessary to raise awareness of personal prevention of deficiencies using multivitamin and multimineral supplements. Blood levels of vitamins B₁₂ and B₉ should be measured during preventive medical examinations in residents of the Arctic and Subarctic zones, as well as in those residing in the temperate zone and having abnormal red blood cell characteristics.

Keywords: Arctic, Subarctic, temperate zone, men, red blood cell characteristics, vitamins B₉ and B₁₂, iron, signs of anemia.

Cite as: Rakhmanov RS, Narutdinov DA, Bogomolova ES, Razgulin SA, Nepryakhin DV, Zaytsev LL. Comparative analysis of red blood cells and blood levels of iron and vitamins B₁₂ and B₉ in men working in different climate zones. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):73–80. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-73-80

Введение. Функции человека зависят от высокого уровня постоянства физико-химических параметров жидкостей внутренней среды. Однако условия обитания могут вызывать их изменения, что отражается и в показателях крови [1]. Среди факторов риска для изменения постоянства гематологических показателей такие, как влияние химического загрязнения среды обитания, работа на предприятиях с вредными условиями труда [2–4], действие на организм холода и гипоксии в Арктике [5, 6].

Работа в экстремальных погодных климатических условиях Крайнего Севера обуславливает ограниченный ассортимент продуктов и замену свежих фруктов и овощей на консервированные, что не позволяет обеспечить людей полноценным и сбалансированным питанием, в частности витаминами. Риском развития микроэлементозов является питьевая вода из талого снега [7].

Дефицит витаминов и минеральных веществ в рационе питания способствует развитию приобретенных дефицитных состояний, таких как B₁₂ и/или фолиеводефицитные, железодефицитная анемии^{1,2,3} [8–15]. При этом эритроциты и их характеристика играют важную роль в диагностике и лечении анемий [16].

Цель исследования – сравнительный анализ эритроцитов, содержания витаминов B₁₂, B₉, а также железа в крови у мужчин, работающих в различных климатических поясах.

Материалы и методы. Исследование проведено на примере Красноярского края в июне – июле 2022–2023 гг. Наряду с проведением стандартного исследования крови⁴ в ходе ежегодного медицинского обследования, оценили содержание в плазме витаминов B₁₂, B₉ и железа у трех групп здоровых мужчин-военнослужащих, осуществляющих профессиональную деятельность в Арктике (№ 1, $n = 51$), в Субарктике (№ 2, $n = 54$) и умеренном (континентальный климат) (№ 3, $n = 58$) климатическом поясе.

Общий анализ крови проводили на автоматизированной гематологической системе Abbott (США). Предметом анализа в нем были эритроциты,

гемоглобин (Hb), гематокрит, средний объем эритроцита и средняя концентрация Hb гемоглобина в эритроцитарной массе, среднее содержание Hb в эритроците, ширина распределения эритроцитов по объему.

Цианокобаламин (B₁₂) определяли на иммунохемилюминесцентной автоматизированной системе ARCHITECT® i2000 Abbott (США). Границей его дефицита был порог 148 пмоль/л [5, 14]. Фолиевую кислоту (B₉) определяли на аппарате ВЭЖХ-МС AD SCIEX QTRAP 5500 (Германия). Железо определяли на анализаторе AU5800 (США).

Оценили характер питания, для этого в группах № 2 и 3 провели анкетирование для определения кратности приема пищи, потребления овощей, фруктов, зелени и витаминных препаратов.

Статистический анализ первичного материала в электронной форме MS Excel анализировали на соответствие выборок нормальности их распределения, определяли средние величины (M) и их средние ошибки (m), проводили определение достоверности различий для вероятности $p \leq 0,05$ с использованием пакета статистических программ Statistica 6.1.

Результаты. Возраст лиц первой группы составил $35,7 \pm 0,6$ года, второй – $34,2 \pm 0,9$ года ($p = 0,156$), третьей – $35,6 \pm 0,8$ года ($p_1-p_3 = 0,452$; $p_2-p_3 = 0,241$).

Количество эритроцитов и показатели, характеризующие их состояние, у лиц всех групп наблюдения были в пределах границ нормы. Однако уровень гемоглобина во второй и третьей группах был ниже на 2,6 и 1,4 %, чем в первой; при этом во второй он был статистически значимо ниже, чем в группе № 1. МСНС и МСН, наоборот, в группе № 2 были достоверно больше. Среднее значение МСНС у лиц групп № 3 не различалось с таковыми у лиц групп № 1 и 2, а МСН было больше, чем в группе № 1, но от показателя в группе № 2 не различалось (табл. 1).

По индивидуальным показателям у всех мужчин были определены одинаковые отклонения от нормы. Так, соответственно у 39,2; 14,8 и 10,3 % обследованных лиц количество эритроцитов было ниже референтной границы или на нижней границе

¹ Клинические рекомендации – Витамин B₁₂ дефицитная анемия – 2021–2022–2023. Минздрав РФ (утверждены 09.09.2021) [Электронный ресурс.] Режим доступа: http://disuria.ru/_ld/10/1065_kr21D51MZ.pdf?ysclid=lsvh29b7gt686236909 (дата обращения 21.02.2024).

² Фолиеводефицитная анемия. Клинические рекомендации. Минздрав РФ, 2021. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://kr-rf-2021/17023?ysclid=lsvgxmqsvx153502174> (дата обращения: 21.02.2024).

³ Железодефицитная анемия. Клинические рекомендации. Минздрав РФ, 2021. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/kr669.pdf> (дата обращения: 29.02.2024).

⁴ Кишкун А.А. Руководство по лабораторным методам исследования. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 779 с.

Таблица 1. Показатели, характеризующие эритроциты крови у лиц, работающих в различных климатических поясах, $M \pm m$
Table 1. Parameters characterizing red blood cells in men working in different climate zones, $M \pm m$

№	Показатель крови, референтные границы / Blood parameter, reference range	Климатический пояс / Climate zone		
		Арктика / Arctic	Субарктика / Subarctic	Умеренный / Temperate
1	Эритроциты, $(4,7-6,1) \times 10^{12}/л$ / Red blood cells, $(4,7-6,1) \times 10^{12}/L$	$5,02 \pm 0,05$	$5,07 \pm 0,04$ 0,493*	$5,09 \pm 0,04$ 0,259** / 0,618***
2	Гемоглобин, 140–180 г/л / Hemoglobin, 140–180 g/L	$156,5 \pm 0,56$	$152,4 \pm 1,0$ 0,001	$154,3 \pm 1,3$ 0,113 / 0,321
3	Гематокрит / Hematocrit, 42–52 %	$45,88 \pm 0,43$	$45,45 \pm 0,26$ 0,379	$45,86 \pm 0,36$ 0,958 / 0,384
4	MCV (средний объем эритроцита), 80–94 фл / Mean corpuscular volume, 80–94 fL	$90,47 \pm 0,55$	$90,56 \pm 0,43$ 0,415	$90,0 \pm 0,4$ 0,483 / 0,333
5	MCHC (средняя концентрация Hb в эритроцитарной массе), 330–370 г/л / Mean corpuscular hemoglobin concentration, 330–370 g/L	$334,1 \pm 0,52$	$337,3 \pm 1,0$ 0,007	$336,3 \pm 1,1$ 0,106 / 0,47
6	MCH (среднее содержание гемоглобина в эритроците), 27–31 пг / Mean corpuscular hemoglobin, 27–31 pg	$29,1 \pm 0,19$	$30,29 \pm 0,2$ 0,001	$30,2 \pm 0,1$ 0,001 / 0,489
7	RDW (ширина распределения эритроцитов) / Red blood cell distribution width, 11,5–14,5 %	$12,25 \pm 0,07$	$12,12 \pm 0,08$ 0,241	$12,1 \pm 0,1$ 0,427 / 0,869

Примечание: * – достоверность различий Арктика – Субарктика, ** – достоверность различий Арктика – континентальный пояс, *** – достоверность различий Субарктика – континентальный пояс.
Notes: differences are statistically significant between * Arctic and Subarctic zones, ** Arctic and ctemperate zonenones, and *** Subarctic and continental zones.

нормы (соответственно, 20, 8 и 6 чел.). Гематокрит был снижен и на нижней границе нормы соответственно у 19,6; 9,3 и 10,3 % (10, 5 и 6 чел.). Доля лиц с превышением нормы по MCV у мужчин в Арктике была выше на 4,8 и 7,5 %, чем в группах № 2–3. При этом он у мужчин групп № 1 и 3 не превышал 100,0 пмоль/л.
Значение MCHC, наоборот, ниже нормы или на нижней границе нормы, было в группе № 3 – у 27,6 %, в группе № 1 – на 5,6 % меньше, в группе № 2 – у 16,7 % (16, 3 и 9 чел.) (табл. 2).

Средние по группам показатели витамина B_{12} были в пределах референтных границ. Наименьший уровень был зарегистрирован у лиц в Арктике, наибольший – в континентальном поясе. Значения цианокобаламина в группах № 2–3 были статистически значимо большими соответственно на 14,8 и 30,3 %; данные между этими группами не различались. В группе № 1 у всех обследованных уровень B_{12} был ниже 148 пг/мл, в группе № 2 – промежуточное значение, наименее выраженное снижение было отмечено в группе № 3.

Таблица 2. Долевые значения отклонений от нормы показателей крови у лиц групп сравнения, %
Table 2. Percent deviations from normal blood parameters in the comparison groups, %

Показатели крови по климатическим поясам / Blood parameters by climate zones	Отклонения от нормы / Deviations from the norm	
	Ниже нормы / Below normal	Выше нормы / Above normal
Эритроциты / Red blood cells:	–	–
Арктика / Arctic;	17,6	–
Субарктика / Subarctic;	7,4	–
Умеренный / Temperate	5,2	–
Гемоглобин / Hemoglobin:	–	–
Арктика / Arctic;	–	–
Субарктика / Subarctic;	7,4	–
Умеренный / Temperate	10,3	–
Объемная фракция эритроцитов в крови / Red blood cell volume fraction:	–	–
Арктика / Arctic;	11,8	–
Субарктика / Subarctic;	5,6	–
Умеренный / Temperate	8,6	–
Средняя концентрация Hb в эритроците / Mean corpuscular hemoglobin:	–	–
Арктика / Arctic;	21,6	–
Субарктика / Subarctic;	11,1	–
Умеренный / Temperate	22,4	–
Средний объем эритроцита / Mean corpuscular volume:	–	–
Арктика / Arctic;	–	17,8
Субарктика / Subarctic;	–	13,0
Умеренный / Temperate	–	10,3
Содержание Hb в эритроците / Corpuscular hemoglobin:	–	–
Арктика / Arctic;	–	11,8
Субарктика / Subarctic;	–	22,2
Умеренный / Temperate	–	24,1

Среднее по группе значение фолиевой кислоты у мужчин только в континентальном поясе было в пределах границ нормы. Однако почти у значительной доли обследованных были выявлены лица с недостаточностью B_9 , но их доля была 1,8 и 2,0 раза меньше, чем в Арктике и Субарктике.

Средние показатели уровней железа по группам были в пределах нормы, но в Субарктике и умеренном поясе статистически достоверно большими, чем в Арктике, соответственно, на 26,3 и 12,0 %. Только в группах № 1 и 3 были определены лица (соответственно, по 1 человеку), у которых железо было ниже нормы: 8,4 ммоль/л (табл. 3).

Питание в условиях Арктики было организованное. Нормы продовольственного обеспечения – норма № 1 с дополнительной нормой для лиц в районах Крайнего Севера⁵. Энергетическая ценность суточного рациона составляла $4466,7 \pm 230,7$ ккал, в том числе белки – $165,5 \pm 6,7$ г, жиры – $158,6 \pm 16,1$ г, углеводы – $587,9 \pm 29,4$ [5, 6]. Витаминные препараты дополнительно не выдавались. Основу питания составляли замороженные и консервированные продукты.

Питание лиц групп № 2 и 3 осуществлялось в домашних условиях и предприятиях общественного питания. Кратность приема пищи 3-разовая у 47,3 %, 2-разовая у 52,7 %. При 2-разовом питании отсутствовал завтрак. У 96,0 % прием пищи на обед проводился в предприятиях общественного питания (52 и 56 чел.). В готовых блюдах преобладали белковая (свинина, курица, бобовые культуры) и углеводная составляющие (картофель, макаронные изделия, крупы). Фрукты, зелень включались в рацион питания периодически (не чаще 3 раз в неделю). Отдельные лица самостоятельно принимали по своему усмотрению витаминные препараты, но нерегулярно. Предпочтение отдавалось препаратам, содержащим витамин D.

Обсуждение. Нагрузки (физические и эмоциональные), физические факторы внешней среды, питание и качество питьевой воды могут влиять на изменения постоянного клеточного состава крови

[18, 19]. Например, в Арктике при действии холода и гипоксии, нарушающих легочную вентиляцию, количество эритроцитов возрастает, снижается гемоглобин, развиваются железодефицитные анемии (ЖДА) [20–22].

Полученные нами данные показали наличие однонаправленных изменений в показателях крови мужчин в трех климатических поясах. Однако в отличие от других данных было отмечено снижение количества эритроцитов. У мужчин группы № 1 гемоглобин был в норме, а в группах № 2 и 3 были выявлены лица со сниженным уровнем.

Снижение уровня гемоглобина, гематокрита отмечается при ЖДА. Она сопровождается снижением среднего содержания и средней концентрации гемоглобина в эритроцитах (МСН и МСНС соответственно), среднего объема эритроцитов (MCV). МСНС могла свидетельствовать о признаках железодефицитной анемии. При ЖДА возможно повышение MCV в пределах до 100 фл, что характерно для нормоцитарной анемии регенераторного вида [19]. У обследованных лиц МСН и MCV были увеличены. При этом увеличение MCV не превышало 100 пмоль/л. Кроме того, содержание железа в плазме крови у всех мужчин (за исключением 2 человек) было в пределах границ нормы.

Следствием дефицита витаминов B_{12} и B_9 является анемия. Их уровень определяют одновременно [5, 15], они позволяют дифференцировать B_{12} - или фолиеводефицитную анемию: в первом случае уровень B_9 в норме или повышен, а плазменный B_{12} ниже 140–148 пмоль/л [17].

Для B_{12} -дефицитной анемии в общеклиническом анализе крови характерна гиперхромная анемия с увеличением среднего объема эритроцитов, среднего содержания гемоглобина в эритроцитах. Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитарной массе остается в пределах референтных значений. Но настоящее исследование выявило снижение МСНС.

Среди причин недостаточности витамина B_{12} – отсутствие в рационе питания продуктов его содержащих. Однако как показывал рацион питания

Таблица 3. Показатели витаминов B_{12} и B_9 , железа в плазме крови у лиц групп сравнения, $M \pm m$

Table 3. Iron and vitamins B_9 and B_{12} blood levels in men from the comparison groups, $M \pm m$

Показатели, референтные границы / Indicators, reference range	Климатический пояс / Climate zone		
	Арктика / Arctic	Субарктика / Subarctic	Умеренный / Moderate
Цианокобаламин (B_{12}), 25,0–165,0 пмоль/л / Cyanocobalamin (B_{12}), 25.0–165.0 pmol/L В т. ч. < 148 пг/мл / Including < 148 pg/mL	96,46 ± 2,88 100,0	110,7 ± 8,1 0,046* 73,6	125,7 ± 8,3 0,002** / 0,334*** 67,2
Фолиевая кислота (B_9), 5,0–9,0 нг/мл / Folic acid (B_9), 5.0–9.0 ng/mL в т. ч. / including: Норма / Normal, % Ниже 5,0 нг/мл / < 5.0 ng/mL, %	3,4 ± 0,4 10,2 89,8	3,52 ± 0,3 0,657 18,8 81,2	6,49 ± 0,8 0,001 / 0,009 55,2 44,8
Железо, 9,5–30 мкмоль/л / Iron, 9.5–30 μmol/L, в т. ч. / including ниже нормы / < normal, %	16,7 ± 0,5 2,0	21,1 ± 0,8 0,001 0	18,7 ± 0,8 0,035 / 0,031 1,7

Примечание: * – достоверность различий Арктика – Субарктика, ** – достоверность различий Арктика – континентальный пояс, *** – достоверность различий Субарктика – континентальный пояс.

Notes: differences are statistically significant between * Arctic and Subarctic, ** Arctic and continental, and *** Subarctic and continental zones.

⁵ Постановление Правительства РФ от 29.12.2007 № 946 (в редакции от 18.09.2020 № 1484).

мужчин группы № 1, в нем было достаточное количество белков животного происхождения [18]. Можно полагать, что в рационах лиц других групп белки животного происхождения присутствовали в достаточном количестве, поскольку ни один из обследованных не относился к вегетарианцам.

Вместе с тем в арктическом рационе отмечается недостаточная насыщенность такими витаминами, как С, В₁, В₂. Кроме того, в Арктике физические нагрузки в сочетании с низкой температурой окружающей среды могут привести к дефициту в организме витаминов (С, группы В), а также макро- и микроэлементов [23].

Среди причин недостаточности витамина В₉ – алиментарная недостаточность (недостаток употребления сырых овощей, фруктов, зелени); снижение уровня фолатов в сыворотке крови считается достаточным критерием для установления диагноза фолиеводефицитной анемии. Кроме того, она сопровождается снижением уровня эритроцитов и гемоглобина. У обследованных лиц в Арктике и Субарктике у более чем у 80 % обследованных лиц уровень данного витамина в крови был ниже нормы, а в континентальном климате – почти у половины. Также выявлялись снижение количества эритроцитов и случаи снижения гемоглобина в группах № 2 и 3.

Таким образом, исследование выявило наличие признаков анемии у ряда мужчин, осуществляющих профессиональную деятельность в различных климатических поясах. При этом в Арктике и Субарктике они формировались на фоне дефицитов витаминов В₁₂ и фолиевой кислоты, в умеренном поясе – у большей части на фоне дефицита цианокобаламина.

Во всех случаях не были исключены и проявления признаков регенеративной ЖДА.

Полученные данные позволяют сделать следующие рекомендации. Так, мужчинам в Арктике необходима оптимизация рациона питания, например натуральными пищевыми продуктами с повышенным содержанием биологически активных веществ растительного происхождения, на что указывают и другие авторы [19, 24–26]. В условиях Субарктики и континентального поясов также возможно оптимизировать рацион питания, а также индивидуальная профилактика поливитаминными препаратами (это указывает на роль участковых терапевтов в участии в профилактической работе).

В некоторых странах концентрацию витамина В₁₂ в плазме крови определяют лицам старше 60 лет в порядке диспансеризации [27–29]. Вероятно, в условиях Арктики и Субарктики также необходимо при плановой диспансеризации определять не только витамин В₁₂, но и В₉, в умеренном поясе – при плановой диспансеризации по показаниям: при выявлении отклонений в показателях, характеризующих эритроциты.

Выводы

1. У мужчин-военнослужащих в Арктике, Субарктике и умеренном климатическом поясе

в крови в летний период года снижено количество эритроцитов соответственно у 39,4; 14,8 и 10,4 %; гематокрит – у 19,6; 9,3 и 10,3 %; средняя концентрация гемоглобина в эритроците – у 21,6; 16,7 и 27,6 %. Наоборот, увеличены средний объем эритроцита – у 17,8; 13,0 и 10,3 %; содержание гемоглобина в эритроците – у 11,8; 22,2 и 24,1 %. В Субарктике и умеренном поясах, кроме того, снижен гемоглобин – у 7,4 и 10,3 %. Это свидетельствовало о наличии признаков анемий.

2. Следствием организованного питания консервированными продуктами в Арктике, индивидуального питания в Субарктике и умеренном поясе явились низкая обеспеченность организма витаминами В₁₂ (у 100,0; 73,6 и 67,2 %) и В₉ (у 89,8; 81,2 и 44,8 %).

3. Признаки анемии в Арктике и Субарктике формировались на фоне дефицитов витаминов В₁₂ и фолиевой кислоты, в умеренном поясе вероятны как монодефициты, так и сочетанный дефицит цианокобаламина и фолиевой кислоты. Средняя концентрация Hb в эритроците и уровень и MCV в пределах до 100 фл не исключают наличие регенераторной фазы железодефицитной анемии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наточин Ю.В. Физиология человека: водно-солевой гомеостаз // Физиология человека. 2018. Т. 44. № 3. С. 5–13.
2. Хисамов Э.Н., Еникеев Д.А., Еникеева О.А., Идрисова Л.Т. Влияние химического загрязнения среды на состояние эритроцитов // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. С. 72.
3. Епифанов А.В., Соловьев В.С., Лепунова О.Н., Фролова О.В., Ковязина О.Л. Влияние профессиональных факторов на показатели красной крови доноров // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 6. С. 548–551. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-548-551
4. Тупиневич Г.С., Шамратова В.Г. Динамика показателей крови студентов под влиянием экологических факторов среды // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. С. 84.
5. Кривцов А.В., Кириченко Н.Н., Ивченко Е.В., Сметанин А.Л., Андриянов А.И., Сороколетова Е.Ф. и др. Физиолого-гигиеническая характеристика питания и водоснабжения воинского гарнизона в Арктике // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2015. № 4 (52). С. 165–168.
6. Маков В.А. Особенности продовольственного обеспечения военнослужащих, проходящих военную службу в арктической зоне Российской Федерации // Российская Арктика. 2018. № 3. С. 51. doi: 10.24411/2658-4255-2018-00011
7. Азаров И.И., Бутаков С.С., Жолус Б.И., Зеткин А.Ю., Реммер В.Н. Опыт сохранения здоровья военнослужащих в Арктике в повседневной деятельности и чрезвычайных ситуациях // Морская медицина. 2017. № 3(3). С. 102–111. doi: 10.22328/2413-5747-2017-3-3-102-111
8. Красновский А.Л., Григорьев С.П., Алешина Р.М., Ежова И.С., Золкина И.В., Лошкарева Е.О. Современные возможности диагностики и лечения дефицита витамина В₁₂ // Клинист. 2016. Т. 10. № 3. С. 15–25. doi: 10.17 650/1818-8338-2016-10-3-15-25

9. Green R, Mitra AD. Megaloblastic anemias: Nutritional and other causes. *Med Clin North Am.* 2017;101(2):297-317. doi: 10.1016/j.mcna.2016.09.013
10. Esposito G, Dottori L, Pivetta G, Ligato I, Dilaghi E, Lahner E. Pernicious anemia: The hematological presentation of a multifaceted disorder caused by cobalamin deficiency. *Nutrients.* 2022;14(8):1672. doi: 10.3390/nu14081672
11. Briones V, Figueroa F, Vidal C, Micolich V, Chandia M. Flow cytometry-detected changes in megaloblastic anemia secondary to cobalamin deficiency. *Colomb Med (Cali).* 2023;54(2):e2005494. doi: 10.25100/cm.v54i2.5494
12. Pardo-Cabello AJ, Manzano-Gamero V, Puche-Canñvas E. Vitamin B₁₂: For more than just the treatment of megaloblastic anemia? *Rev Clin Esp (Barc).* 2023;223(2):114-119. doi: 10.1016/j.rceng.2022.11.004
13. Niklewicz A, Smith AD, Smith A, et al. The importance of vitamin B₁₂ for individuals choosing plant-based diets. *Eur J Nutr.* 2023;62(3):1551-1559. doi: 10.1007/s00394-022-03025-4
14. Wolffenbuttel BH, Owen PJ, Ward M, Green R. Vitamin B₁₂. *BMJ.* 2023;383:e071725. doi: 10.1136/bmj-2022-071725
15. Socha DS, DeSouza SI, Flagg A, Sekeres M, Rogers HJ. Severe megaloblastic anemia: Vitamin deficiency and other causes. *Cleve Clin J Med.* 2020;87(3):153-164. doi: 10.3949/ccjm.87a.19072
16. Buttarello M. Laboratory diagnosis of anemia: Are the old and new red cell parameters useful in classification and treatment, how? *Int J Lab Hematol.* 2016;38 Suppl 1:123-132 doi: 10.1111/ijlh.12500
17. Carmel R, Sarrai M. Diagnosis and management of clinical and subclinical cobalamin deficiency: Advances and controversies. *Curr Hematol Rep.* 2006;5(1):23-33. doi: 10.1007/s11901-006-0019-7
18. Balashova SN, Samodova AV, Dobrodeeva LK, Belisheva NK. Hematological reactions in the inhabitants of the Arctic on a polar night and a polar day. *Immun Inflamm Dis.* 2020;8(3):415-422. doi: 10.1002/iid3.323
19. Антонов В.С., Волков А.С. Автоматизация гематологического анализа. Интерпретация показателей гемограммы. Часть 3. Лабораторная служба. 2014. Т. 3. № 2. С. 6–28.
20. Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодовых воздействиях (Обзор). Сообщение I // Вестник Северного (Арктического) Федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2015. № 1. С. 5–15.
21. Нагибович О.А., Уховский Д.М., Жекалов А.Н., Ткачук Н.А., Аржавкина Л.Г., Богданова Е.Г. и др. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2016. № 2 (54). С. 202–205.
22. Гридин Л.А., Шишков А.А., Дворников М.В. Особенности адаптационных реакций человека в условиях Крайнего Севера // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 4 (253). С. 4–6.
23. Благинин А.А., Вислов А.В., Лизогуб И.Н. Актуальные вопросы медицинского обеспечения авиационных специалистов в арктическом регионе // Военно-медицинский журнал. 2015. Т. 336. № 1. С. 50–54.
24. Андриянов А.И., Кравченко Е.В., Кузьмин С.Г., Лазаренко Л.П., Коростелева О.Г., Сметанин А.Л. и др. Состояние и перспективы использования функциональных пищевых продуктов в питании населения и военнослужащих // Морская медицина. 2020. Т. 6. № 1. С. 27–38. doi: 10.22328/2413-5747-2020-6-1-43-55
25. Новоселов С.А., Кузнецов С.М., Шаронов А.Н., Лопатин С.А. Пищевая ценность рационов – важный вектор совершенствования питания военнослужащих // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. 2019. № 2. С. 6–9.
26. Сметанин А.Л., Андриянов А.И., Белозеров Е.С., Субботина Т.И., Ивченко Е.В., Кириченко Н.Н. и др. Оценка витаминно-минерального статуса военнослужащих, проходящих службу на Крайнем Севере и в Санкт-Петербурге // Профилактическая и клиническая медицина. 2015. № 4 (57). С. 5–11.
27. Stabler SP, Allen RH. Vitamin B12 deficiency as a worldwide problem. *Annu Rev Nutr.* 2004;24:299-326. doi: 10.1146/annurev.nutr.24.012003.132440
28. Allen LH. How common is vitamin B-12 deficiency? *Am J Clin Nutr.* 2009;89(2):693S-696S. doi: 10.3945/ajcn.2008.26947A
29. Yildirim T, Yalcin A, Atmis V, et al. The prevalence of anemia, iron, vitamin B12, and folic acid deficiencies in community dwelling elderly in Ankara, Turkey. *Arch Gerontol Geriatr.* 2015;60(2):344-348. doi: 10.1016/j.archger.2015.01.001

REFERENCES

1. Natchin YV. Human physiology: Water and electrolyte homeostasis. *Human Physiology.* 2018;44(3):239-245. doi: 10.1134/S0362119718030118
2. Khisamov EN, Enikeev DA, Enikeeva OA, Idrisova LT. The influence of chemical pollution on the condition of red blood cells. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya.* 2017;(4):72. (In Russ.)
3. Elifanov AV, Solovyev VS, Lepunova ON, Frolova OV, Kovyazina OL. The influence of occupational factors on indices of red blood of donors of the industrial city. *Gigiena i Sanitariya.* 2017;96(6):548-551. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-548-551
4. Tupinevich GS, Shamratova VG. Dynamics of students' blood indicators under the influence of environmental factors. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya.* 2020;(4):84. (In Russ.) doi: 10.17513/spno.29930
5. Krivtsov AV, Kirichenko NN, Ivchenko EV, et al. Physiological and hygienic characteristics of food and water supply in military garrison in Arctic region. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii.* 2015;(4(52)):165-168. (In Russ.)
6. Makov VA. Rations specifications for military personnel in the Arctic region. *Rossiyskaya Arktika.* 2018;(3):51-59. (In Russ.) doi: 10.24411/2658-4255-2018-00011
7. Azarov II, Butakov SS, Zhulus BI, Zetkin AYU, Remmer VN. Experience of health maintenance of the military personnel in the Arctic in the daily activities and emergency. *Morskaya Meditsina.* 2017;3(3):102-111. (In Russ.) doi: 10.22328/2413-5747-2017-3-3-102-111
8. Krasnovskiy AL, Grigor'iev SP, Alyokhina RM, Ezhova IS, Zolkina IV, Loshkareva EO. Modern diagnostic and treatment of vitamin B₁₂ deficiency. *Klinitsist.* 2016;10(3):15-25. (In Russ.) doi: 10.17650/1818-8338-2016-10-3-15-25
9. Green R, Mitra AD. Megaloblastic anemias: Nutritional and other causes. *Med Clin North Am.* 2017;101(2):297-317. doi: 10.1016/j.mcna.2016.09.013
10. Esposito G, Dottori L, Pivetta G, Ligato I, Dilaghi E, Lahner E. Pernicious anemia: The hematological presentation of a multifaceted disorder caused by cobalamin deficiency. *Nutrients.* 2022;14(8):1672. doi: 10.3390/nu14081672
11. Briones V, Figueroa F, Vidal C, Micolich V, Chandia M. Flow cytometry-detected changes in megaloblastic

- anemia secondary to cobalamin deficiency. *Colomb Med (Cali)*. 2023;54(2):e2005494. doi: 10.25100/cm.v54i2.5494
12. Pardo-Cabello AJ, Manzano-Gamero V, Puche-Cañas E. Vitamin B₁₂: For more than just the treatment of megaloblastic anemia? *Rev Clin Esp (Barc)*. 2023;223(2):114-119. doi: 10.1016/j.rceng.2022.11.004
 13. Niklewicz A, Smith AD, Smith A, et al. The importance of vitamin B₁₂ for individuals choosing plant-based diets. *Eur J Nutr*. 2023;62(3):1551-1559. doi: 10.1007/s00394-022-03025-4
 14. Wolffenbutter BH, Owen PJ, Ward M, Green R. Vitamin B₁₂. *BMJ*. 2023;383:e071725. doi: 10.1136/bmj-2022-071725
 15. Socha DS, DeSouza SI, Flagg A, Sekeres M, Rogers HJ. Severe megaloblastic anemia: Vitamin deficiency and other causes. *Cleve Clin J Med*. 2020;87(3):153-164. doi: 10.3949/ccjm.87a.19072
 16. Buttarello M. Laboratory diagnosis of anemia: Are the old and new red cell parameters useful in classification and treatment, how? *Int J Lab Hematol*. 2016;38 Suppl 1:123-132. doi: 10.1111/ijlh.12500
 17. Carmel R, Sarrai M. Diagnosis and management of clinical and subclinical cobalamin deficiency: Advances and controversies. *Curr Hematol Rep*. 2006;5(1):23-33. doi: 10.1007/s11901-006-0019-7
 18. Balashova SN, Samodova AV, Dobrodeeva LK, Belisheva NK. Hematological reactions in the inhabitants of the Arctic on a polar night and a polar day. *Immun Inflamm Dis*. 2020;8(3):415-422. doi: 10.1002/iid3.323
 19. Antonov VS, Volkov AS. Automation of hematologic assay. Hemogram interpretation. Part 3. *Laboratornaya Sluzhba*. 2014;3(2):6-28. (In Russ.)
 20. Bocharov MI. Thermoregulation in cold environments (review). Report I. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) Federal'nogo Universiteta. Seriya: Mediko-Biologicheskie Nauki*. 2015;(1):5-15. (In Russ.)
 21. Nagibovich OA, Ukhovskiy DM, Zhekalov AN, et al. Mechanisms of hypoxia in Arctic zone of Russian Federation. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii*. 2016;(2(54)):202-205. (In Russ.)
 22. Gridin LA, Shishkov AA, Dvornikov MV. Features adaptation reactions of human in Far North. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2014;(4(253)):4-6. (In Russ.)
 23. Blagin AA, Vislov AV, Lizogub IN. Actual questions of medical maintenance of aviation specialists in the Arctic region. *Military Medical Journal*. 2015;(1):50-54. (In Russ.)
 24. Andriyanov AI, Kravchenko EV, Kuz'min SG, et al. States and application potential of functional foods in nutrition of population and military personnel. *Morskaya Meditsina*. 2020;6(1):43-55. (In Russ.) doi: 10.22328/2413-5747-2020-6-1-43-55
 25. Novoselov SA, Kuznetsov SM, Sharonov AN, Lopatin SA. The nutritional value of rations is an important vector for improving the nutrition of servicemen. *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga*. 2019;(2):6-10. (In Russ.)
 26. Smetanin AL, Andrianov AI, Krivtsov AV, et al. Evaluation of vitamin and mineral status of military men serving in the Far North and in St. Petersburg. *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina*. 2015;(4(57)):5-11. (In Russ.)
 27. Stabler SP, Allen RH. Vitamin B12 deficiency as a worldwide problem. *Annu Rev Nutr*. 2004;24:299-326. doi: 10.1146/annurev.nutr.24.012003.132440
 28. Allen LH. How common is vitamin B-12 deficiency? *Am J Clin Nutr*. 2009;89(2):693S-696S. doi: 10.3945/ajcn.2008.26947A
 29. Yildirim T, Yalcin A, Atmis V, et al. The prevalence of anemia, iron, vitamin B₁₂, and folic acid deficiencies in community dwelling elderly in Ankara, Turkey. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015;60(2):344-348. doi: 10.1016/j.archger.2015.01.001

Сведения об авторах:

✉ **Рахманов** Рофаиль Салыхович – д.м.н., профессор, профессор кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; e-mail: raf53@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518>.

Нарутдинов Денис Алексеевич – преподаватель кафедры общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России; e-mail: den007-19@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5438-8755>.

Богомолова Елена Сергеевна – д.м.н., профессор, заведующая кафедрой гигиены ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; e-mail: olenabgm@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1573-3667>.

Разгулин Сергей Александрович – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой медицины катастроф ФГБОУ «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; e-mail: kafedramk@pimunn.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8356-2970>.

Непряхин Дмитрий Викторович – к.м.н., доцент кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; e-mail: mutassyevo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3952-3960>.

Зайцев Леонард Леонидович – к.м.н., доцент кафедры факультетской и госпитальной хирургии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России; e-mail: lordaen@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2571-6155>

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Рахманов Р.С.*; сбор данных: *Нарутдинов Д.А.*; анализ и интерпретация результатов: *Рахманов Р.С.*, *Богомолова Е.С.*; литературный обзор: *Разгулин С.А.*, *Непряхин Д.В.*; *Зайцев Л.Л.*: участие в статистической обработке материала; подготовка рукописи: *Рахманов Р.С.*, *Богомолова Е.С.*, *Разгулин С.А.*. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование было проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (в редакции 2013 г.) и одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России (протокол № 4 от 14.03.2022). От всех участников было получено письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 06.03.24 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликована: 28.06.24

Author information:

✉ Rofail S. **Rakhmanov**, Prof., Dr. Sci. (Med.); Professor, Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: raf53@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518>.

Denis A. **Narutdinov**, Lecturer, Department of Public Health and Healthcare, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky; e-mail: den007-19@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5438-8755>.

Elena S. **Bogomolova**, Prof., Dr. Sci. (Med.); Head of the Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: olenabgm@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1573-3667>.

Sergei A. **Razgulin**, Dr. Sci. (Med.), Docent; Head of the Department of Disaster Medicine, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: kafedramk@pimunn.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8356-2970>.

Dmitry V. **Nepryakhin**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: mutassyevo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3952-3960>.

Leonard L. **Zaytsev**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Faculty and Hospital Surgery, Kuban State Medical University; e-mail: lordaen@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2571-6155>.

Author contribution: study conception and design: *Rakhmanov R.S.*; data collection: *Narutdinov D.A.*; analysis and interpretation of results: *Rakhmanov R.S.*, *Bogomolova E.S.*; bibliography compilation and referencing: *Razgulin S.A.*, *Nepryakhin D.V.*, *Zaitsev L.L.*; draft manuscript preparation: *Rakhmanov R.S.*, *Bogomolova E.S.*, *Razgulin S.A.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki of the World Medical Association (as amended in 2013) and was approved by the Ethics Committee of the Privolzhsky Research Medical University (protocol No. 4 of March 14, 2022). Written informed consent was obtained from all the subjects to participate in the study.

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: March 6, 2024 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024



Характеристики геномов условно-патогенных бактерий зоогенных экосистем островов Западной Арктики

Асланов Б.И.¹, Гончаров А.Е.^{1,2}, Азаров Д.В.^{1,2}, Трофимова А.Н.³, Аксенов А.С.³, Мизин И.А.⁴, Колоджиева В.В.¹, Кушниренко Д.А.², Краева Л.А.⁵, Панин А.Л.⁶, Крыленков В.А.⁷

¹ ФБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41, 191015, Российская Федерация

² ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», ул. Академика Павлова, д. 12, Санкт-Петербург, 197022, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», набережная Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, 163002, Российская Федерация

⁴ ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова» Уральского отделения Российской академии наук, просп. Никольский, д. 20, г. Архангельск, 163020, Российская Федерация

⁵ ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера», ул. Мира, д. 14, 197101, Российская Федерация

⁶ ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», ул. Беринга, д. 38, 199397, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁷ ОО «Санкт-Петербургский союз ученых», Университетская наб., д. 5, г. Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

Резюме

Введение. Арктические экосистемы являются важнейшим объектом микробиологического мониторинга, позволяющего отслеживать динамично меняющуюся природную среду на фоне климатических изменений и промышленного освоения северных территорий.

Цель исследования заключалась в оценке эпидемического потенциала условно-патогенных бактерий, ассоциированных с животными арктических островов Баренцева и Карского морей.

Материалы и методы. В работе охарактеризованы четыре штамма грамотрицательных условно-патогенных бактерий (*Serratia fonticola*, *Aeromonas salmonicida*, *Yersinia kristensenii*, *Yersinia rochesterensis*), выделенные в 2021–2022 гг. при микробиологических исследованиях 46 образцов зоогенного биологического материала из природных экосистем острова Вайгач, архипелагов Новая Земля и Земля Франца-Иосифа. Геномы выделенных штаммов микроорганизмов были секвенированы с использованием технологии Illumina MiSeq и после сборки *de novo* при помощи геномного ассемблера SPAdes 13.0 аннотированы с использованием приложения RAST.

Результаты. Продемонстрировано, что изученные штаммы располагают рядом факторов вирулентности и генами устойчивости к антибиотикам, что позволяет рассматривать их в качестве потенциальных патогенов. В составе геномов всех изученных бактерий обнаруживаются бета-лактамазы классов А, В, С, из числа факторов патогенности – типичны опероны сидерофоров и систем секреции IV типа. Кроме того, в геномах иерсиний идентифицируется также ген энтеротоксина *utxA* коклюшного типа.

Выводы. Результаты исследования свидетельствуют о возможности формирования природных очагов возбудителей актуальных инфекций на островах высокоширотной Арктики, имеющих перспективы развития туризма, хозяйственного освоения.

Ключевые слова: Арктические острова, условно-патогенные бактерии, полногеномное секвенирование, резистом, факторы патогенности.

Для цитирования: Асланов Б.И., Гончаров А.Е., Азаров Д.В., Трофимова А.Н., Аксенов А.С., Мизин И.А., Колоджиева В.В., Кушниренко Д.А., Краева Л.А., Панин А.Л., Крыленков В.А. Характеристики геномов условно-патогенных бактерий зоогенных экосистем островов Западной Арктики // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 6. С. 81–88. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-6-81-88

Characteristics of Genomes of Opportunistic Bacteria in Zoogenic Ecosystems of the Russian Western Arctic Islands

Batyrbek I. Aslanov¹, Artemiy E. Goncharov^{1,2}, Daniil V. Azarov^{1,2}, Anna N. Trofimova³, Andrey S. Aksenov³, Ivan A. Mizin⁴, Viktoria V. Kolodzhieva¹, Daria A. Kushnirenko², Lyudmila A. Kraeva⁵, Alexander L. Panin⁶, Viacheslav A. Krylenkov⁷

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya Street, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation

² Institute of Experimental Medicine, 12 Academician Pavlov Street, Saint Petersburg, 197022, Russian Federation

³ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17 Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation

⁴ Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 20 Nikolsky Avenue, Arkhangelsk, 163020, Russian Federation

⁵ Saint Petersburg Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology, 14 Mira Street, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

⁶ Arctic and Antarctic Research Institute, 38 Bering Street, Saint Petersburg, 199397, Russian Federation

⁷ Saint Petersburg Union of Scientists, 5 Universitetskaya Embankment, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation

Summary

Introduction: Arctic ecosystems are the most important object of microbiological surveillance that helps monitor a rapidly changing natural environment affected by climate change and industrial development of the northern territories.

Objective: To assess the epidemic potential of opportunistic bacteria associated with animals from the Arctic islands of the Barents and Kara Seas.

Materials and methods: We have studied four strains of gram-negative opportunistic bacteria (*Serratia fonticola*, *Aeromonas salmonicida*, *Yersinia kristensenii*, and *Yersinia rochesterensis*) isolated in 2021–2022 during microbiological testing of 46 samples of zoogenic biologic materials from the natural ecosystems of Vaigach Island, Novaya Zemlya and Franz Josef Land archipelagos. Genomes of the isolated microbial strains were sequenced using the Illumina MiSeq sequencing system and, after *de novo* assembly using the SPAdes 13.0 genomic assembler, annotated with RAST (Rapid Annotation using Subsystem Technology).

Results: The strains were shown to possess a number of virulence factors and antibiotic resistance genes, which allows them to be considered as potential pathogens. Classes A, B, and C beta-lactamases were found in the genomes of all the bacteria under study, and operons for siderophores and type IV secretion systems were typical of virulence factors. In addition, the pertussis-like YtxA enterotoxin was identified in *Yersinia* genomes.

Conclusion: Our findings indicate the possibility of emergence of natural foci of notifiable infections on the islands in the high-latitude Arctic promising in terms of tourism development and economic growth.

Keywords: Arctic islands, opportunistic bacteria, genome sequencing, resistome, pathogenicity factors.

Cite as: Aslanov BI, Goncharov AE, Azarov DV, Trofimova AN, Aksenov AS, Mizin IA, Kolodzhieva VV, Kushnirenko DA, Kraeva LA, Panin AL, Krylenkov VA. Characteristics of genomes of opportunistic bacteria in zoogenic ecosystems of the Russian Western Arctic Islands. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(6):81-88. (In Russ.) doi: 10.35627/22195238/2024-32-6-81-88

Введение. Одним из существенных результатов развития теории природной очаговости в последние десятилетия является разработка и внедрение в качестве инициативы Всемирной организации здравоохранения стратегии эпидемиологического надзора за инфекциями, общими для человека и животных, известной как подход «Единого здоровья» (One Health approach) [1–4]. Данный подход декларирует необходимость микробиологического мониторинга возбудителей инфекционных заболеваний и детерминант лекарственной устойчивости в человеческом обществе, популяциях сельскохозяйственных и домашних животных, а также в природных экосистемах. Следует указать, что спектр природно-очаговых инфекций в XXI веке существенно дополнен новыми нозологическими формами и включает в качестве возбудителей инфекций у человека, наряду с облигатными патогенами, условно-патогенные микроорганизмы [5] что существенно расширяет задачи программ микробиологического мониторинга в «дикой природе».

Экосистемы полярных регионов планеты представляют особый интерес в качестве объектов мониторинговых исследований как конечные ареалы сезонных миграций перелетных птиц и ряда млекопитающих и в качестве чувствительных индикаторов состояния природной среды, на которую воздействуют климатические изменения и хозяйственное освоение территорий.

В высокоширотной Арктике известны природные очаги опасных инфекционных заболеваний, в частности бешенства [6], зоонозного гриппа А [7], сибирской язвы [8].

Однако объем информации об эпидемическом потенциале условно-патогенных бактерий, о распространении детерминант антибиотикорезистентности явно недостаточен, что увеличивает востребованность исследований микробиоты, ассоциированной с арктическими животными.

Цель исследования: оценка эпидемического потенциала условно-патогенных бактерий, ассоциированных с животными арктических островов Баренцева и Карского морей.

Материалы и методы. В ходе экспедиций «Арктический плавучий университет» в 2021–2022 годах на островах западного сектора Арктики (остров Вайгач, остров Северный архипелага Новая Земля, острова Гукера и Белл архипелага Земля Франца-Иосифа) было отобрано 46 образцов биологического материала, ассоциированного с мигрирующими животными, в том числе птицами. География мест отбора проб представлена на рисунке.

Асептически взятые пробы (фекалии белого медведя, птиц отряда гусеобразных, субстрат из нор грызунов и из орнитогенных почв на птичьих базарах) помещали в пробирки со стерильным физиологическим раствором в соотношении 1:10, а затем культивировали на плотных питательных средах – на агаре Эндо и хромогеном UTI агаре (HiMedia, Индия), инкубируя при температуре 35–37 градусов в переносном термостате непосредственно на борту научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов» и научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов». В целях выделения доминирующих в материале культур микроорганизмов использовали прямой посев на плотные питательные среды, то есть метод обогащения на жидких питательных средах не применялся.

Геномы выделенных штаммов микроорганизмов были секвенированы с использованием технологии Illumina MiSeq (ресурсный центр «Биобанк», СПбГУ).

Библиотеки фрагментов ДНК готовили с использованием метода ультразвуковой фрагментации ДНК. Качество полученных библиотек оценивали с помощью анализатора Agilent Bioanalyzer 2100 (Agilent Technologies, США). Необработанные данные считывались после контроля качества, выполненного с помощью FastQC v0.11 (<https://www.>

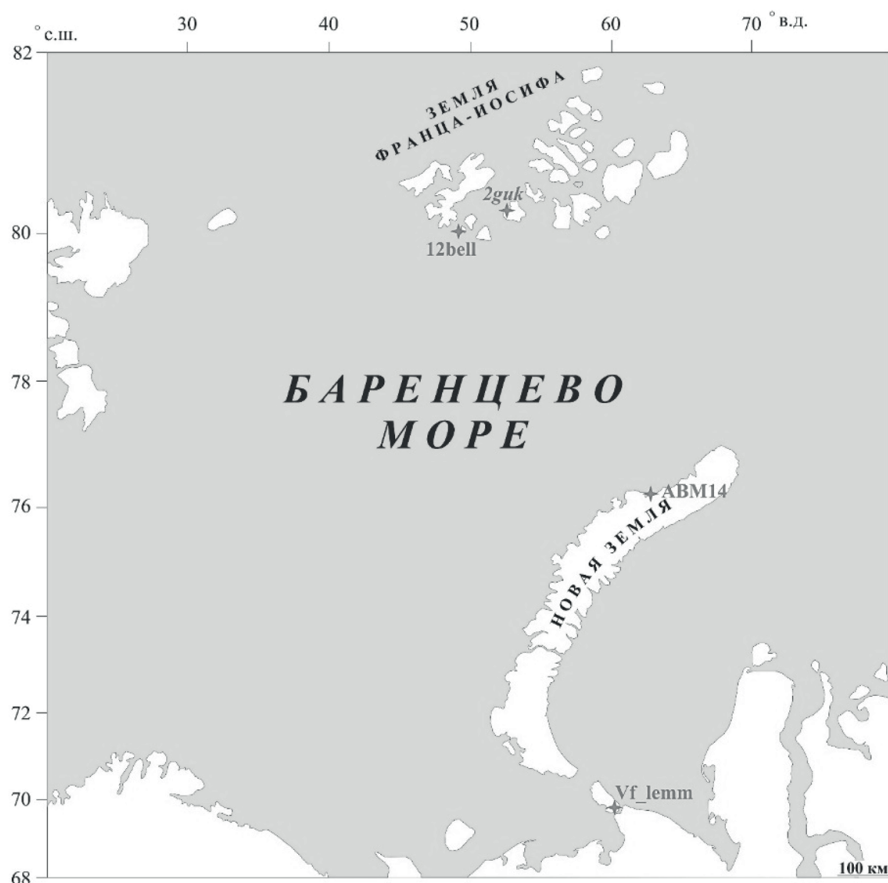


Рисунок. География мест отбора проб
Figure. Sampling geography

bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/) были собраны *de novo* при помощи геномного ассемблера SPAdes 13.0 (<https://github.com/ablab/spades>), функциональная аннотация геномов осуществлялась с использованием онлайн приложения RAST (<https://rast.nmpdr.org/>).

Результаты. В настоящем исследовании охарактеризованы геномы нескольких выделенных из биологического материала штаммов. Информация об источниках их выделения представлена в табл. 1.

Как видно из данных, представленных в табл. 1, описанные штаммы бактерий выделены из зоогенного биологического материала, собранного на островных территориях западного сектора Российской Арктики между 69° и 79° северной широты.

Основные сведения о размере геномов, и особенностях геномных последовательностей представлены в табл. 2.

Обсуждаемые штаммы располагают геномами типичных для соответствующих видов бактерий размеров и GC-содержания.

Результаты геномного аннотирования, представленные в табл. 2, свидетельствуют о наличии генов вирулентности в геномах всех изученных штаммов, что позволяет рассматривать эти бактерии в качестве потенциальных патогенов. Так, геном *Aeromonas salmonicida* ABM14 содержит опероны синтеза RTX-токсина и внеклеточной протеазы (вибриолизина), сходной с эластазой синегнойной

палочки. В геномах иерсиний (*Yersinia kristensenii* 2guk и *Yersinia rochesterensis* 12bell) присутствуют гены факторов патогенности – сидерофоров энтеробактериального, и азробактериального кластеров, а также гены белков секреции 6-го типа, пили 4-го типа, гены гемолизина ShlB/FhaC/HecB семейства и фосфолипазы C. Кроме того, в геномах иерсиний идентифицируется также энтеротоксин YtxA, а в геноме *Y. kristensenii* присутствует также ген инвазина inv B составе генома *Serratia fonticola* Vf_lemm обнаруживаются гены системы секреции T6SS, включая ген hcp.

В составе геномов всех изученных бактерий обнаруживаются гены резистентности к антибиотикам, включая бета-лактамазы классов A, B, C, гены устойчивости к хинолонам (ген QnrB10, за исключением генома *Aeromonas salmonicida* ABM14). Геномы *Aeromonas salmonicida* ABM14 и *Yersinia kristensenii* 2guk также располагают генами эффлюкс-помп (MFS, MacA, MacB), обеспечивающих устойчивость к антибиотикам тетрациклинового ряда.

Обсуждение. При оценке эпидемического потенциала выделенных бактерий мы исходили из понимания этого показателя как совокупности свойств микроорганизма, определяющих способность вызывать эпидемический процесс [9]. С этой точки зрения мы можем оценить изученные штаммы условно-патогенных бактерий как обладающие выраженным эпидемическим потенциалом, что

Таблица 1. Характеристика изученных штаммов арктических бактерий
Table 1. Characteristics of the studied strains of Arctic bacteria

№	Видовая принадлежность / Species	Обозначение штамма / Strain designation	Источник биоматериала / Source of biologic material
1	<i>Serratia fonticola</i>	Vf_lemm	Субстрат нор в колонии узкочерепных полевков (<i>Lasiopodomys gregalis</i>) на острове Вайгач вблизи поселка Варнек (N69.72846° E60.12616°) / Burrow substrate in a colony of voles (<i>Lasiopodomys gregalis</i>) on the Vaygach island near the village of Varnek (N69.72846° E60.12616°)
2	<i>Aeromonas salmonicida</i>	ABM14	Цианобактериальные маты на литорали небольшого посещаемого птицами (куликами и гусями) озера в точке с координатами N76.20635° E62.70910°, остров Северный, Новая Земля / Cyanobacterial mats on the littoral of a small lake visited by birds (waders and geese) at coordinates N76.20635° E62.70910°, Severny Island, Novaya Zemlya
3	<i>Yersinia kristensenii</i>	2guk	Фекалии белого медведя в районе полярной станции Бухта Тихая (остров Гукера, архипелаг Земля Франца-Иосифа, N 80.20281 E 52.48093) / Polar bear feces in the area of the Tikhaya Bay polar station (Hooker Island, Franz Josef Land Archipelago, N 80.20281 E 52.48093)
4	<i>Yersinia rochesterensis</i>	12bell	Фекалии птиц (отряд гусеобразные) в южной части острова Белл (архипелаг Земля Франца-Иосифа) в точке с координатами N79.99139° E49.23627° / Feces of goose-like birds in the southern part of Bell Island (Franz Josef Land) at the point with coordinates N79.99139° E49.23627°

Таблица 2. Характеристики секвенированных геномов
Table 2. Characteristics of the sequenced genomes

Секвенированный штамм / Sequenced strain	Размер генома (Mb) / Genome size (Mb)	% содержание GC / GC content, %	Факторы патогенности / Pathogenicity factors	Детерминанты устойчивости к антибиотикам / Determinants of antibiotic resistance	Номер доступа в GenBank / GenBank Accession number
<i>Serratia fonticola</i> Vf_lemm	6,3	53	Термостабильный гемолизин, гены системы секреции T6SS / Thermostable hemolysin, genes of the T6SS secretion system	blaFONA ген бета-лактамазы класса A, ген резистентности к хинолонам QnrB10 / class A β -lactamase blaFONA gene, quinolone resistance QnrB10 gene	JAVIGA010000000
<i>Aeromonas salmonicida</i> ABM14	4,8	58,5	Нсп (гемолизин) эффекторный протеин T6SS Оперон токсин-агглютининов RTX, кластер генов пилей IV-го типа цитоллизин-гемолизин HlyA, формирующий поры цитоллизин (вибриолизин), коллагеназа / Hcp (hemolysin) effector protein T6SS, RTX toxin-agglutinin operon, cluster of pileus genes of type IV, cytolysin-hemolysin HlyA, pore-forming cytolysin (vibriolysin), collagenase	Бета-лактамазы субкласса B2 ChpA Ген эффлюкса макролидных антибиотиков MacA Бета-лактамаза класса D / Beta-lactamases of the B2 ChpA subclass Macrolide antibiotic efflux gene MacA Class D β -lactamase	JAVCZK010000000
<i>Yersinia kristensenii</i> 2guk	4,7	47,5	Гены сидерофоров энтеробактериального, петрибактинового и аэробактериального кластеров, гены белков секреции 6-го типа, пили 4-го типа, гены гемолизинов ShlB/FhaC/HecB семейства и фосфолипазы C, ген инвазина inv, ген энтеротоксина ytx, сходного с пертактином <i>Bordetella pertussis</i> / Enterobactin, petribactin and aerobactin cluster siderophore genes, type VI secretion protein genes, type IV pili, ShlB/FhaC/HecB family hemolysin genes and phospholipase C, invazin gene, enterotoxin ytx gene similar to <i>Bordetella pertussis</i> pertactin	Гены устойчивости к хинолонам (QnrB10) и макролидам (MFS, MacA, MacB), ген сериновой бета-лактамазы класса C / Quinolone (QnrB10) and macrolide (MFS, MacA, MacB) resistance genes, class C serine β -lactamase gene	JAVIYN010000000
<i>Yersinia rochesterensis</i> 12bell	4,3	47	Гены сидерофоров энтеробактериального, и аэробактериального кластеров, гены белков секреции 6-го типа, ген энтеротоксина ytx, сходного с пертактином <i>Bordetella pertussis</i> / Enterobactin and aerobactin cluster siderophore genes, type VI secretion protein genes, ytx enterotoxin gene similar to <i>Bordetella pertussis</i> pertactin	Ген устойчивости к хинолонам n QnrB10 ampC – подобная бета-лактамаза класса C / Quinolone resistance gene n QnrB10 ampC-like Class C betalactamase	AVIYI000000000.1

подтверждается наличием в их геномах генов вирулентности и устойчивости к антибиотикам.

Так, например, в геноме *Aeromonas salmonicida* ABM14 обнаружен оперон синтеза RTX — токсина,

экспрессия которого, судя по проведенным ранее исследованиям [10], способна индуцировать апоптоз эпителиальных клеток хозяина, что в совокупности с наличием в геноме данного штамма эластазы

(фермента, способного ингибировать фагоцитоз [11]) может обеспечить инвазию патогена в ткани организма теплокровного хозяина и генерализацию инфекции.

Примечательно также обнаружение энтеротоксина YtxA, относящегося к группе токсинов коклюшного типа AB5, в геномах *Yersinia kristensenii* 2 guk и *Yersinia rochesterensis* 12bell. Представители данной группы токсинов, как было установлено ранее [9], получили распространение в популяциях патогенных энтеробактерий, в частности энтеропатогенных эшерихий и сальмонелл.

Обнаруженный в геноме *Yersinia kristensenii* 2 guk ген инвазина inv, известен как ген вирулентности, обеспечивающий повреждение клеток кишечного эпителия животных [13].

В геноме *Serratia fonticola* Vf_lemm идентифицирован ген hcr. Пептиды, продуцируемые гомологами этого гена у патогенных иерсиний, участвуют в аутоагрегации клеток [14], а у сальмонелл его гомологи являются факторами патогенности [15].

Резистом изученных бактерий не содержит критически значимых для общественного здравоохранения детерминант множественной лекарственной устойчивости, однако наличие генов беталактамаз различных классов и эффлюксных помп может обеспечить им постепенную адаптацию к существованию в экосистемах с умеренной концентрацией антибиотиков в урбанизированных и сельскохозяйственных биогеоценозах и специфической госпитальной среде.

Несмотря на то, что выявление на арктических территориях психрофильных представителей семейства *Yersiniaceae*, а также обнаружение в прибрежных биотопах *Aeromonas salmonicida* (возбудителя заболеваний рыб [16]), является, в целом ожидаемым, по нашему мнению, важен факт обнаружения штаммов, обладающих патогенным потенциалом и детерминантами резистентности из образцов биоматериала, ассоциированного с перелетными птицами и из проб, связанных с животными – аборигенами арктических островов и побережий.

Как предполагается, появление устойчивых к антибиотикам бактерий в природной среде Арктики, является результатом как мобилизации аутохтонного резистома, так и антропогенного загрязнения [17–19]. Наряду с этим, в распространение антибиотикорезистентных бактерий существенный вклад вносят мигрирующие животные, часть которых (дальнеперелетные птицы) выполняют функцию векторов переноса детерминант антибиотикорезистентности на большие расстояния. При этом северные олени, например, могут быть использованы в качестве индикаторов распространенности антибиотикорезистентных микроорганизмов в арктических экосистемах [20].

Примечателен факт обнаружения штамма условно-патогенной бактерии *Yersinia kristensenii* в составе микробиома белого медведя (*Ursus maritimus*) в образце с острова Гукера (Земля

Франца-Иосифа). Известно, что белые медведи баренцевоморской субпопуляции (из карско-баренцевоморской популяции), которые встречаются на островах Земли Франца-Иосифа, ведут оседло-кочевой образ жизни и могут заходить в восточные районы Шпицбергена [21]. Таким образом, белые медведи тоже могут участвовать в распространении патогенов на обширных арктических территориях, а природные очаги, образованные этими животными, вероятно, не имеют четких границ и ограничены диапазоном их сезонных миграций. Положение белого медведя на вершине трофической цепи в арктической экосистеме, его высокая мобильность, а также присутствие этого хищника в антропогенно-измененных биотопах вблизи полярных станций и поселений позволяет использовать его кишечный микробиом в качестве индикатора интродукции антибиотикорезистентных бактерий, включая и возбудителей зоонозов. В недавнем исследовании отмечалось, что «следы» антропогенного воздействия присутствуют в виде изменений структуры микробиома белых медведей [22].

Выделение двух представителей семейства *Yersiniaceae* в одинаковых и экстремальных климатогеографических условиях – *Yersinia kristensenii* и *Yersinia rochesterensis* – требует отдельного рассмотрения и осмысления. Сам род *Yersinia* на июнь 2021 года включают 26 видов иерсиний. Причем в последние десятилетия он прирастает новыми видами благодаря молекулярно-генетическим исследованиям ранее обнаруженных классическими бактериологическими методами видов иерсиний. Таким примером является выделение из вида *Yersinia kristensenii* новых видов, в том числе и описанного в данной статье *Yersinia rochesterensis* [23].

Учитывая психрофильные свойства семейства *Yersiniaceae* и многочисленные находки иерсиний в высоких широтах, целесообразен поиск этих бактерий с широким привлечением внимания научно-практических специалистов к так называемым «игнорируемым» видам *Yersinia enterocolitica*-like bacteria, многие из которых являются возбудителями сапрозоонозов [24, 25].

Заключение. В результате проведенных исследований получены данные, подтверждающие возможность циркуляции условно-патогенных бактерий, обладающих генами вирулентности, антибиотикорезистентности и определенным эпидемическим потенциалом в природных экосистемах арктических островов, включая высокоширотные территории с суровыми природно-климатическими условиями, в частности, впервые описаны штаммы иерсиний с островов архипелага Земля Франца-Иосифа.

Активное развитие познавательного туризма и освоение природной среды Арктики с ее стратегическим экономическим потенциалом предполагает учет возможности функционирования на арктических островах специфических природных очагов зоонозных инфекций, поддерживаемых мигрирующими представителями орнитофауны и териофауны.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-25-00128, <https://rscf.ru/project/23-25-00128/>

Авторы выражают признательность Б.И. Шефтелю (с.н.с. ИПЭЭ РАН) за помощь в видовом определении грызунов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Alsamara I, Ogilvie L, Sudbrak R, Brand A. One Health lens for antimicrobial resistance research and funding: A systematic review. *OMICS*. 2023;27(12):570-580. doi: 10.1089/omi.2023.0049
2. McEwen SA, Collignon PJ. Antimicrobial Resistance: A One Health Perspective. *Microbiol Spectr*. 2018;6(2). doi: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017
3. Panda S, Bhargava B, Gupte MD. One World One Health: Widening horizons. *Indian J Med Res*. 2021;153(3):241-243. doi: 10.4103/ijmr.ijmr_1056_21
4. Naddeo V. One planet, one health, one future: The environmental perspective. *Water Environ Res*. 2021;93(9):14721475. doi: 10.1002/wer.1624
5. Коренберг Э.И. Природная очаговость инфекций: современные проблемы и перспективы исследований // Зоологический журнал. 2010. Т. 89, № 1. С. 5–17. Korenberg EI. Natural focalities of infections: Current problems and prospects of investigations. *Zoologicheskii Zhurnal*. 2010;89(1):5-17. (In Russ.)
6. Deviatkin AA, Vakulenko YA, Dashian MA, Lukashetv AA. Evaluating the impact of anthropogenic factors on the dissemination of contemporary cosmopolitan, Arctic, and Arctic-like rabies viruses. *Viruses*. 2021;14(71):66. doi: 10.3390/v14010066
7. Gass JD Jr, Kellogg HK, Hill NJ, Puryear WB, Nutter FB, Runstadler JA. Epidemiology and ecology of influenza A viruses among wildlife in the Arctic. *Viruses*. 2022;14(7):e1531. doi: 10.3390/v14071531
8. Liskova EA, Egorova IY, Selyaninov YO, et al. Reindeer anthrax in the Russian Arctic, 2016: Climatic determinants of the outbreak and vaccination effectiveness. *Front Vet Sci*. 2021;8:e668420. doi: 10.3389/fvets.2021.668420
9. Bettencourt LMA, Ribeiro RM. Real time Bayesian estimation of the epidemic potential of emerging infectious diseases. *PloS One*. 2008;3(5):e2185. doi: 10.1371/journal.pone.0002185
10. Suarez G, Khajanchi BK, Sierra JC, Erova TE, Sha J, Chopra AK. Actin cross-linking domain of *Aeromonas hydrophila* repeat in toxin A (RtxA) induces host cell rounding and apoptosis. *Gene*. 2012;506(2):369-376. doi: 10.1016/j.gene.2012.07.012
11. Faure E, Kwong K., Nguyen D. *Pseudomonas aeruginosa* in chronic lung infections: How to adapt within the host? *Front Immunol*. 2018;9:2416. doi: 10.3389/fimmu.2018.02416
12. Littler DR, Ang SY, Moriel DG, et al. Structure-function analyses of a pertussis-like toxin from pathogenic *Escherichia coli* reveal a distinct mechanism of inhibition of trimeric G-proteins. *J Biol Chem*. 2017;292(36):1514315158. doi: 10.1074/jbc.M117.796094
13. Young VB, Miller VL, Falkow S, Schoolnik GK. Sequence, localization and function of the invasion protein of *Yersinia enterocolitica*. *Mol Microbiol*. 1990;4(7):1119-1128. doi: 10.1111/j.1365-2958.1990.tb00686.x
14. Podladchikova O, Antonenka U, Heesemann J, Rakin A. *Yersinia pestis* autoagglutination factor is a component of the type six secretion system. *Int J Med Microbiol*. 2011;301(7):562-569. doi: 10.1016/j.ijmm.2011.03.004
15. Wang P, Dong JF, Li RQ, Li L, Zou QH. Roles of the Hcp family proteins in the pathogenicity of *Salmonella typhimurium* 14028s. *Virulence*. 2020; 11(1):1716-1726. doi: 10.1080/21505594.2020.1854538
16. Dallaire-Dufresne S, Tanaka KH, Trudel MV, Lafaille A, Charette SJ. Virulence, genomic features, and plasticity of *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, the causative agent of fish furunculosis. *Vet Microbiol*. 2014;169(1-2):1-7. doi: 10.1016/j.vetmic.2013.06.025
17. Hernández J, González-Acuña D. Anthropogenic antibiotic resistance genes mobilization to the polar regions. *Infect Ecol Epidemiol*. 2016;6:e32112. doi: 10.3402/iee.v6.32112
18. Tan L, Li L, Ashbolt N, Wang X. et al. Arctic antibiotic resistance gene contamination, a result of anthropogenic activities and natural origin. *Sci Total Environ*. 2018 Apr 15;621:1176-1184. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.110
19. Haan TJ, Drown DM. Unearthing Antibiotic Resistance Associated with Disturbance-Induced Permafrost Thaw in Interior Alaska. *Microorganisms*. 2021;9(1):e116. doi: 10.3390/microorganisms9010116
20. Sunde M, Ramstad SN, Rudi K, et al. Plasmid-associated antimicrobial resistance and virulence genes in *Escherichia coli* in a high arctic reindeer subspecies. *J Glob Antimicrob Resist*. 2021; 26: 317-322. doi: 10.1016/j.jgar.2021.06.003
21. Гаврило М.В., Мартынова Д.М. Сохранение редких видов морской фауны и флоры, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красный список МСОП, в национальном парке «Русская Арктика» // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2 (S1). С. 10–42. doi: 10.24189/ncr.2017.017
22. Gavrilo MV, Martynova DM. Conservation of rare species of marine flora and fauna of the Russian Arctic National Park, included in the Red Data Book of the Russian Federation and in the IUCN Red List. *Nature Conservation Research*. 2017;2(S1):10-42. (In Russ.) doi: 10.24189/ncr.2017.017
23. Vecherskii MV, Kuznetsova TA, Khayrullin DR, et al. Anthropogenic neighborhood impact on bacterial and fungal communities in polar bear feces. *Animals (Basel)*. 2023;13(13):2067. doi: 10.3390/ani13132067
24. Nguyen SV, Cunningham SA, Jeraldo P, Tran A, Patel R. *Yersinia occitanica* is a later heterotypic synonym of *Yersinia kristensenii* subsp. *rochesterensis* and elevation of *Yersinia kristensenii* subsp. *rochesterensis* to species status. *International Journal of Systematic Evol Microbiol Bacteriology*. 2021;71(2):004626. doi: 10.1099/ijsem.0.004626
25. Панин А.Л. Микробиологический мониторинг возбудителей сапрозоонозов в полярных регионах: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2023. Доступно по: https://www.rudn.ru/storage/media/science_dissertation/9fb83289-26d1-4a4b-a31a-3a4bf616380a/panin-dissertaciya-100423.pdf. Ссылка активна на 28.06.2024.
26. Panin AL. [Microbiological monitoring of sapro-zoonotic pathogens in polar regions.] Candidate of Medical Sciences thesis. Moscow; 2023. (In Russ.) Accessed June 28, 2024. https://www.rudn.ru/storage/media/science_dissertation/9fb83289-26d1-4a4b-a31a-3a4bf616380a/panin-dissertaciya-100423.pdf
27. Viridi JS, Sachdeva P. Molecular heterogeneity in *Yersinia enterocolitica* and *Y. enterocolitica*-like species – Implications for epidemiology, typing and taxonomy. *FEMS Immunol Med Microbiol*. 2005;45(1):1-10. doi: 10.1016/j.femsim.2005.03.006

Сведения об авторах:

Асланов Батырбек Исмаилович, д.м.н., заведующий кафедрой эпидемиологии, паразитологии и дезинфектологии ФБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им.И.И. Мечникова» Минздрава России, заведующий НИЛ молекулярной эпидемиологии и исследований бактериофагов ФБОУ ВО «Северо-западный государственный медицинский университет им.И.И. Мечникова» Минздрава России, e-mail: batyra@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6890-8096>

✉ **Гончаров** Артемий Евгеньевич, д.м.н., заведующий лабораторией функциональной геномики и протеомики микроорганизмов ФГБНУ Институт экспериментальной медицины, профессор кафедры эпидемиологии, паразитологии и дезинфектологии ФБОУ ВО «Северо-Западный» государственный медицинский университет им.И.И. Мечникова Минздрава России, e-mail: phage1@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5206-6656>.

Азаров Даниил Валерьевич, к.м.н., с.н.с. НИЛ молекулярной эпидемиологии и исследований бактериофагов ФБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им.И.И. Мечникова» Минздрава России, н.с. лаборатории функциональной геномики и протеомики микроорганизмов ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», e-mail: denazarov.da@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2483-5144>.

Трофимова Анна Николаевна, заместитель начальника экспедиционного отряда по научной работе экспедиции «Арктический плавучий университет», Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, e-mail: a.trofimova@narfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7271-2283>.

Аксенов Андрей Сергеевич, к.т.н., профессор кафедры биологии, экологии и биотехнологии, зав. сектором лаборатории арктического биомониторинга, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, e-mail: a.s.aksenov@narfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1013-1357>.

Мизин Иван Андреевич, к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории биоресурсов и этнографии, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, e-mail: mizin@rus-arc.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7094-7561>.

Колоджиева Виктория Васильевна, к.м.н., доцент кафедры эпидемиологии, паразитологии и дезинфектологии ФБОУ ВО «Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, e-mail: vika-el@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1537-211X>.

Кушниренко Дарья Александровна, лаборант лаборатории инновационных методов микробиологического мониторинга научно-образовательного центра научного центра мирового уровня Центр персонализированной медицины ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», e-mail: d-kushnirenko@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2960-1397>.

Краева Людмила Александровна, д.м.н., заведующая лабораторией медицинской бактериологии ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера», e-mail: lykraeva@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9115-3250>.

Панин Александр Леонидович, к.м.н., главный специалист по медицинской логистике Логистического центра Российской антарктической экспедиции Арктического и антарктического НИИ, e-mail: alp.1952@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7064-9193>.

Крыленков Вячеслав Александрович, д.б.н., руководитель центра мониторинга полярных регионов, ОО «Санкт-Петербургский союз ученых», e-mail: krylenkoff@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6411-0274>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Гончаров А.Е., Крыленков В.А., Асланов Б.И.*; сбор данных: *Гончаров А.Е., Трофимова А.Н., Мизин И.А.*; анализ и интерпретация результатов: *Гончаров А.Е., Асланов Б.И., Колоджиева В.В.; Кушниренко Д.А., Краева Л.А., Аксенов А.С., Азаров Д.В.*, литературный обзор: *Панин А.Л.*, подготовка рукописи: *Колоджиева В.В., Аксенов А.С., Гончаров А.Е.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

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

Финансирование: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-25-00128, <https://rscf.ru/project/23-25-00128>.

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

Статья получена: 27.12.23 / Принята к публикации: 10.06.24 / Опубликовано: 28.06.24

Author information:

Batyrbek I. **Aslanov**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Epidemiology, Parasitology and Disinfection, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; Head of the Laboratory of Molecular Epidemiology and Bacteriophage Research, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: batyra@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6890-8096>.

✉ Artemiy E. **Goncharov**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Functional Genomics and Proteomics of Microorganisms, Institute of Experimental Medicine; Professor, Department of Epidemiology, Parasitology and Disinfection, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: phage1@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5206-6656>.

Daniil V. **Azarov**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Molecular Epidemiology and Bacteriophage Research, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; Researcher, Laboratory of Functional Genomics and Proteomics of Microorganisms, Institute of Experimental Medicine; e-mail: denazarov.da@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2483-5144>.

Anna N. **Trofimova**, Deputy Head of the Research Expedition Team at the “Arctic Floating University” expedition, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; e-mail: a.trofimova@narfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7271-2283>.

Andrey S. **Aksenov**, Cand. Sci. (Tech.), Professor, Department of Biology, Ecology and Biotechnology, Head of the Sector of the Laboratory of Arctic Biomonitoring, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; e-mail: a.s.aksenov@narfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1013-1357>.

Ivan A. **Mizin**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Bioresources and Ethnography, Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; e-mail: mizin@rus-arc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7094-7561>.

Viktoria V. **Kolodzhieva**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Epidemiology, Parasitology and Disinfection, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: vika-el@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1537-211X>.

Daria A. **Kushnirenko**, Laboratory Assistant, Laboratory of Innovative Methods of Microbiological Monitoring, World-Class Research Center "Center for Personalized Medicine", Institute of Experimental Medicine; e-mail: d-kushnirenko@bk.ru; ORCID: <https://ORCID.org/0009-0006-2960-1397>.

Lyudmila A. **Kraeva**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Medical Bacteriology, St. Petersburg Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology; e-mail: lykraeva@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9115-3250>.

Alexander L. **Panin**, Cand. Sci. (Med.), Chief Specialist for Medical Support for Expeditions, Arctic and Antarctic Research Institute; e-mail: alp.1952@mail.ru; ORCID: <https://ORCID.org/0000-0001-6411-0274>.

Viacheslav A. **Krylenkov**, Dr. Sci. (Biol.), Head of the Polar Regions Monitoring center, Saint Petersburg Union of Scientists; e-mail: krylenkoff@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7103-3091>.

Author contributions: study conception and design: *Goncharov A.E., Krylenkov V.A., Aslanov B.I.*; data collection: *Goncharov A.E., Trofimova A.N., Mizin I.A.*; analysis and interpretation of results: *Goncharov A.E., Aslanov B.I., Kolodzhieva V.V.; Kushnirenko D.A., Kraeva L.A., Aksenov A.S., Azarov D.V.*; bibliography compilation and referencing: *Panin A.L.*; draft manuscript preparation: *Kolodzhieva V.V., Aksenov A.S., Goncharov A.E.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-25-00128, <https://rscf.ru/project/23-25-00128/>.

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

Received: December 27, 2023 / Accepted: June 10, 2024 / Published: June 28, 2024