



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

№12

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 № 12 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 ЦГГиЭ 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 ЦГГиЭ 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 ЦГГиЭ 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 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (г. Москва, Российская Федерация)

Е.В. Ануфриева д.м.н., доц.; заместитель директора по научной работе ГАУ ДПО «Уральский институт (научный редактор) 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 ФГАОУ 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 ФГАОУ 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 ФГАОУ 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. Клепииков 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 ЦГГиЭ 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 ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (г. Пермь, Российская Федерация)

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

А.Н. Покида	к.социол.н.; директор Научно-исследовательского центра социально-политического мониторинга Института общественных наук ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации) (г. Москва, Российская Федерация)
Н.В. Полунина	д.м.н., проф., акад. РАН; заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения имени академика Ю.П. Лисицына педиатрического факультета ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
Л.В. Прокопенко	д.м.н., проф.; заведующая лабораторией физических факторов отдела по изучению гигиенических проблем в медицине труда ФГБУН «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (г. Москва, Российская Федерация)
И.К. Романович	д.м.н., проф., акад. РАН; директор ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. 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 (ИПЭЭ РАН) (г. Москва, Российская Федерация)
В.П. Чашин	д.м.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; главный научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
А.Б. Шевелев	д.б.н.; главный научный сотрудник группы биотехнологии и геномного редактирования ИОГен РАН (г. Москва, Российская Федерация)
Д.А. Шпилев	д.социол.н., доц.; профессор кафедры криминологии Нижегородской академии МВД России, профессор кафедры общей социологии и социальной работы факультета социальных наук ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород, Российская Федерация)
М.Ю. Щелканов	д.б.н., доц.; директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова» Роспотребнадзора, заведующий базовой кафедрой эпидемиологии, микробиологии и паразитологии с Международным научно-образовательным Центром биологической безопасности в Институте наук о жизни и биомедицины ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН (г. Владивосток, Российская Федерация)
В.О. Щепин	д.м.н., проф., членкор РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; главный научный сотрудник, руководитель научного направления ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко» (г. Москва, Российская Федерация)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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. Курхinen	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. Цацakis	доктор философии (органическая химия), доктор наук (биофармакология), профессор, иностранный член Российской академии наук, полноправный член Всемирной академии наук, почетный член Федерации европейских токсикологов и европейских обществ токсикологии (EuROTOX); заведующий кафедрой токсикологии и судебно-медицинской экспертизы Школы медицины Университета Крита и Университетской клиники Ираклиона (г. Ираклион, Греция)
Ф.-М. Чжан	д.м.н., заведующий кафедрой микробиологии, директор Китайско-российского института инфекции и иммунологии при Харбинском медицинском университете; вице-президент Хэйлунцзянской академии медицинских наук (г. Харбин, Китай)

Здоровье населения и среда обитания – ЗН СО

Рецензируемый
научно-практический журнал

Том 32 № 12 2024

Выходит 12 раз в год

Основен в 1993 г.

Все права защищены.
Перепечатка и любое воспроизведение материалов и иллюстраций в печатном или электронном виде из журнала 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 26.12.2024
Формат издания 60x84/8
Печ. л. 11,75
Тираж 1000 экз.
Цена свободная

Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 7–94

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 12, 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
- Roman K. Friedman, Deputy Editor-in-Chief
Cand. Sci. (Med.); Head Doctor of the Federal Center for Hygiene and Epidemiology, 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 Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Deputy Director for Research, A.B. Blokhin Ural
(Scientific Editor) 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. Alekhovich Dr. Sci. (Med.), Professor; Deputy Head for Research and Scientific Work,
Vishnevsky Third Central Military Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation
- Sergey A. Balakhonov Dr. Sci. (Med.), Professor; Director of Irkutsk Anti-Plague Research Institute,
Irkutsk, Russian Federation
- Natalia A. Bokareva Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Professor of the Department of Hygiene, Faculty of
Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow,
Russian Federation
- Evgeniy L. Borshchuk Dr. Sci. (Med.), Professor; Honored Worker of the Higher School of the Russian
Federation. Head of the First Department of Public Health and Health Care,
Orenburg State Medical University, Orenburg, Russian Federation
- Nikolai I. Briko Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored
Scientist of the Russian Federation; Director of F.F. Erisman Institute of Public
Health; Head of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine,
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation
- Vladimir B. Gurvich Dr. Sci. (Med.), Honored Doctor of the Russian Federation; Scientific Director,
Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in
Industrial Workers, Yekaterinburg, Russian Federation
- Tamara K. Dzagurova Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Hemorrhagic Fevers, Chumakov
Federal Scientific Center for Research and Development of Immunobiological
Preparations (Institut of Polyomyelitis), Moscow, Russian Federation
- Sergey N. Kiselev Dr. Sci. (Med.), Professor; Vice-Rector for Education, Head of the Department
of Public Health and Health Care, Far Eastern State Medical University,
Khabarovsk, Russian Federation
- Oleg V. Klepikov Dr. Sci. (Biol.), Professor; Professor of the Department of Geoecology 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. Kuttyrev 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. Burakovsky 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

Ksenia Bazhdarich	PhD, Senior Researcher, Medical Informatics Department, Faculty of Medicine, University of Rijeka, Rijeka, Croatia
Askhat T. Dosmukhametov	Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of International Cooperation, Management of Educational and Research Programs, Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring, National Center of Public Health Care of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
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 Medicine, School of Medicine, University of Crete and the University Hospital of Heraklion, Heraklion, Greece
Sergey I. Sychik	Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Director of the Republican Scientific and Practical Center for Hygiene, Minsk, Republic of Belarus
Jon Øyvind Odland	MD, PhD, Professor of Global Health, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norway; Chair of AMAP Human Health Assessment Group, Tromsø University, Tromsø, Norway
Helmuth Hahn	MD, PhD, Professor, President of the R. Koch Medical Society, Berlin, Germany
Feng-Min Zhang	Dr. Sci. (Med.), Chairman of the Department of Microbiology, Director of the China-Russia Institute of Infection and Immunology, Harbin Medical University; Vice President of Heilongjiang Academy of Medical Sciences, Harbin, China

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitalaniya – ZNiSO

Public Health and Life Environment – *PH&LE*

Russian monthly peer-reviewed
scientific and practical journal

Volume 32, Issue 12, 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: December 26, 2024
Publication format: 60x84/8
Printed sheets: 11,75
Circulation: 1,000 copies
Free price

Zdorov'e Naseleniya i Sreda
Obitalaniya. 2024;32(12):7–94.

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

СОЦИОЛОГИЯ МЕДИЦИНЫ

Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Практики здорового питания россиян: возрастные особенности	7
Шмарион Ю.В., Дегтярева М.В. Стратегии самоуправления здоровым образом жизни обучающихся спортивных школ	22

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Уточкин Ю.А., Таибова Д.Р., Салихова Н.Р. Оценка учебной нагрузки и ее влияние на утомляемость выпускников школ	32
---	----

КОММУНАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

Май И.В., Загороднов С.Ю. Мелкодисперсные пыли в атмосферном воздухе городов федерального проекта «Чистый воздух» как фактор риска здоровью и объект управления	39
Нурисламова Т.В., Долгих О.В., Карнажицкая Т.Д., Старчикова М.О., Пермьякова Т.С. К вопросу обоснования максимальных недействующих концентраций полициклических ароматических углеводородов в крови детей и подростков по критериям их гормонального профиля	48
Степанова Е.М., Луговая Е.А. Особенности элементного статуса женщин репродуктивного возраста с разным уровнем тиреотропного гормона в условиях Севера	56

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Климова Е.Г., Чашин М.В., Голик В.Е., Чашин А.М., Макеева Л.В. Оценка риска распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 от медицинских работников к другим лицам, имеющим общие социальные или профессиональные контакты	66
Логвин Ф.В., Герасименко Д.К., <u>Буравцева Н.П.</u> , Рязанова А.Г., Мезенцев В.М., Никитина А.В., Семенова О.В., Аксенова Л.Ю., Головинская Т.М., Берестов И.В., Перминова С.А., Дорошенко В.А., Куличенко А.Н. Оценка риска осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве с использованием многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области	74

ОБМЕН ОПЫТОМ

Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Бабина С.В., Ситчихина Л.А. Исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на основе каскадной модели	85
---	----

CONTENTS

MEDICAL SOCIOLOGY

Pokida A.N., Zybunovskaya N.V. Healthy eating practices of Russians: Age-specific features	7
Shmarion Yu.V., Degtyareva M.V. Healthy lifestyle self-management strategies of sports school students.....	22

PEDIATRIC HYGIENE

Utochkin Yu.A., Taibova D.R., Salikhova N.R. Assessment of academic workload and related fatigue in high school graduates	32
---	----

COMMUNAL HYGIENE

May I.V., Zagorodnov S.Yu. Fine particles in ambient air of the cities included in the Clean Air Federal Project as health risk factors and control objects.....	39
Nurislamova T.V., Dolgikh O.V., Karnazhitskaya T.D., Starchikova M.O., Permyakova T.S. On substantiation of maximum no-effect blood concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in children and adolescents based on their hormone profile criteria	48
Stepanova E.M., Lugovaya E.A. Element status of women of reproductive age living in the North and having different levels of thyroid-stimulating hormone.....	56

EPIDEMIOLOGY

Klimova E.G., Chashchin M.V., Golik V.E., Chashchin A.M., Makeeva L.V. Assessing the risks of COVID-19 transmission from healthcare workers to their social and professional contacts	66
Logvin F.V., Gerasimenko D.K., <u>Buravtseva N.P.</u> , Ryazanova A.G., Mezentsev V.M., Nikitina A.V., Semenova O.V., Akseanova L.Yu., Golovinskaya T.M., Berestov I.V., Perminova S.A., Doroshenko V.A., Kulichenko A.N. Anthrax risk assessment for the Sverdlovsk Region using multivariate analysis and geoinformation technologies	74

EXPERIENCE SHARING

Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., Babina S.V., Sitchikhina L.A. Cascade model-based study of potential regional health losses prevented through Rospotrebnadzor control and supervisory activities.....	85
--	----



Практики здорового питания россиян: возрастные особенности

А.Н. Покида, Н.В. Зыбуновская

ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», просп. Вернадского, д. 82, г. Москва, 119571, Российская Федерация

Резюме

Введение. Питание выступает одним из наиболее значимых компонентов здорового образа жизни, однако повседневные практики питания многих людей не являются полезными для здоровья.

Цель исследования: оценить отношение к здоровому питанию и практики питания россиян разных возрастных групп.

Материалы и методы. Статья основана на результатах общероссийских репрезентативных социологических опросов, проведенных Научно-исследовательским центром социально-политического мониторинга ИОН РАНХиГС. В 2024 г. в период с 3 по 12 апреля было опрошено 1500 респондентов в возрасте от 18 лет и старше в 30 субъектах Российской Федерации.

Результаты. Треть и более респондентов в каждой возрастной группе не соблюдают здоровый рацион и режим питания. Основная причина – отсутствие привычки, что распространено во всех социально-демографических группах и за последнее десятилетие увеличило свой вес. Для молодежи и граждан среднего возраста актуальным препятствием к здоровому питанию также является высокая занятость, для старшего поколения – нехватка денег. Наибольшее распространение негативные практики питания получают в молодежной среде, особенно в возрастной группе 18–24 года, где 43,3 % не реже нескольких раз в неделю пьют газированные сладкие напитки, 26,0 % с такой же частотой едят чипсы; 19,3 % постоянно потребляют фастфуд; 10,0 % регулярно употребляют энергетики. С повышением возраста люди избегают нездоровой пищи и напитков, более осознанно подходят к организации своего питания.

Заключение. Рекомендации по итогам исследования связаны с необходимостью совершенствования управленческих решений в области информирования россиян о принципах здорового питания и стимулирования их соблюдения с учетом разных возрастных групп населения, а также создания соответствующих условий для потребления качественных, безопасных и полезных для здоровья продуктов.

Ключевые слова: здоровое питание, практики питания, здоровье, здоровый образ жизни, возрастные особенности, критерии выбора продуктов питания, фастфуд, безалкогольные энергетические напитки.

Для цитирования: Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Практики здорового питания россиян: возрастные особенности // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 7–21. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-7-21

Healthy Eating Practices of Russians: Age-Specific Features

Andrei N. Pokida, Natalia V. Zybunovskaya

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
82 Vernadsky Avenue, Moscow, 119571, Russian Federation

Summary

Introduction: Nutrition is one of the most important components of a healthy lifestyle, yet daily eating practices of many people are unhealthy.

Objective: To assess the attitude towards healthy eating and nutritional practices of Russians of different age groups.

Materials and methods: The article is based on the results of all-Russian representative sociological surveys 1,500 respondents aged 18 and older in 30 constituent entities of the Russian Federation conducted by the Research Center for Socio-Political Monitoring of the Institute of Social Sciences of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration in April 3 to 12, 2024.

Result: A third or more of the respondents in each age group do not follow a healthy diet or meal timing. The main reason for that is the lack of habit, which is common for all socio-demographic groups and has become more prevalent over the past decade. Lack of time is yet another obstacle to eating healthy reported by young people and middle-aged citizens, while lack of money is more relevant for the older generation. Poor eating practices are most widespread among young people, especially those aged 18 to 24 years: 43.3 % drink carbonated sweet drinks at least several times a week, 26.0 % eat crisps with the same frequency, 19.3 % eat fast food and 10.0 % drink energy beverages on a regular basis. As people age, they start avoiding unhealthy foods and drinks and become more mindful of their diet.

Conclusion: The recommendations based on the study results are related to the need to improve management decisions in raising public awareness of the principles of healthy eating and stimulating their observance, taking into account different age groups of the population, as well as creating appropriate conditions for consumption of high-quality, safe, and healthy products.

Keywords: healthy eating, nutrition practices, health, healthy lifestyle, age characteristics, food selection criteria, fast food, non-alcoholic energy drinks.

Cite as: Pokida AN, Zybunovskaya NV. Healthy eating practices of Russians: Age-specific features. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):7–21. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-7-21

Введение. Здоровое питание является неотъемлемым компонентом здорового образа жизни, подразумевает ежедневное сбалансированное потребление разнообразных и полезных для здоровья пищевых продуктов, способствующих укреплению здоровья и профилактике заболеваний, обеспечивающих оптимальное функционирование организма

человека. «Здоровое питание – это такое питание, которое обеспечивает рост, оптимальное развитие, полноценную жизнедеятельность, способствует укреплению здоровья и профилактике неинфекционных заболеваний (НИЗ), включая диабет, болезни сердца, инсульт и рак»¹. Это основной фактор, определяющий здоровье человека во все периоды

¹ Рекомендации гражданам: здоровое питание. Роспотребнадзор. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.rosпотребнадзор.ru/activities/recommendations/details.php?ELEMENT_ID=11950 (дата обращения: 31.10.2024).

его жизни [1]. К принципам правильного питания относится употребление не менее 400 г фруктов и овощей в день, ограничение жиров, употребление соли в количестве менее 5 г в день, ограничение свободных сахаров до менее чем 10 % от общего поступления энергии, отсутствие алкоголя².

Научные исследования показывают взаимосвязь состояния здоровья людей и их питания [2, 3]. Нарушения в питании являются причинами возникновения различных хронических заболеваний [4]. В результате нездорового (нерационального питания) возможно увеличение массы тела, ожирение или, напротив, дистрофия, развитие таких заболеваний, как артериальная гипертензия, сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет и др. Например, по данным ВОЗ, 30–40 % онкологических заболеваний связаны с неправильным питанием³. Негативное влияние нездорового питания на продолжительность жизни россиян подтвердили расчеты исследователей НИУ ВШЭ, которые на основе данных статистики показали, что чем меньше в регионе отклонений в питании от рекомендованных Минздравом РФ норм, тем выше ожидаемая продолжительность жизни (ОПЖ) [5].

В России на постоянной основе уделяется внимание вопросам питания населения. Функционирует проект Роспотребнадзора «Здоровое питание» (старт проекта – 2019 г.)⁴, направленный на внедрение принципов здорового питания среди россиян, развитие осознанного поведения в этой области, в целом улучшение качества жизни граждан. В рамках проекта проводится активная информационно-просветительская работа по продвижению принципов здорового питания, осуществляется системный мониторинг качества продуктов и состояния питания различных групп населения с использованием лабораторных центров.

Вместе с тем проблема здорового питания современных россиян не теряет своей актуальности. По данным Росстата увеличивается количество людей с ожирением, сахарным диабетом, болезнями системы кровообращения⁵. В вышеприведенном исследовании НИУ ВШЭ при выявленной региональной специфике исследователям не удалось выделить ни одного региона, где питание полностью соответствует оптимальным нормам потребления пищевых продуктов [5]. На сегодняшний день эксперты называют ожирение социально значимым заболеванием, «неинфекционной эпидемией XXI века», указывая на экономические и социальные последствия этого заболевания⁶.

Практики питания являются неперменной составляющей повседневной жизни людей. Они «включены в образ жизни индивида/социальной общности как системы устойчивых действий и взаимодействий,

нацеленных на удовлетворение, прежде всего, естественных биологических потребностей человека в пище, а также на реализацию широкого спектра социальных потребностей» [6, с. 54]. С точки зрения пользы для здоровья человека могут разделяться на здоровые и нездоровые практики питания. Если в основе первых рациональность и умеренность, качество и полезность, то вторые связаны с несбалансированным рационом, несоблюдением режима питания, избыточным потреблением калорий, соли и сахара, продуктов с пищевыми добавками.

Существуют различные факторы, влияющие на практики питания людей, при этом возраст людей экспертами рассматривается в качестве одного из ключевых факторов здорового питания наряду с полом, уровнем образования и культуры, уровнем дохода, условий труда [4, 7–10]. Люди разного возраста могут по-разному относиться к своему питанию в силу физиологических особенностей, разных потребностей и мотивации. У разных возрастных групп могут быть разные социальные и экономические возможности для здорового питания. Отношение к еде и различия в пищевых привычках людей разного возраста также могут быть обусловлены культурной средой, традициями и социальными установками в обществе [11, 12].

В частности, с возрастом здоровье людей закономерно ухудшается. Старение организма приводит к снижению функций всех систем жизнедеятельности, повышается вероятность развития различных заболеваний, снижается двигательная активность, что может отражаться на повседневных практиках питания. Для возрастных граждан, особенно не работающих, актуализируется проблема материального обеспечения, что может ограничивать их возможности питаться рационально. Вместе с тем они имеют больший ресурс свободного времени, по сравнению с другими возрастными группами, который могут использовать для организации здорового питания.

В настоящей статье рассмотрены отдельные практики питания, которые оказывают положительное или отрицательное влияние на здоровье граждан. В числе практик питания, имеющих положительное значение для здоровья человека, соблюдение здорового рациона и режима питания, в том числе регулярное потребление овощей и фруктов, рыбы и морепродуктов. К числу негативных практик питания россиян отнесем потребление фастфуда, чипсов, употребление сладких газированных напитков и безалкогольных энергетических напитков. Исследовательский интерес связан с распространенностью этих практик питания среди респондентов разных возрастных групп.

² Здоровое питание. ВОЗ. 31.08.2018. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (дата обращения: 01.11.2024); Рекомендации гражданам: здоровое питание. Роспотребнадзор. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.rospotrebnadzor.ru/activities/recommendations/details.php?ELEMENT_ID=11950 (дата обращения: 01.11.2024).

³ Факторы риска. Официальный портал Минздрава России о Вашем здоровье. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.takzdorovo.ru/profilaktika/factory-riska/> (дата обращения: 29.02.2024).

⁴ Здоровое питание. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://здоровое-питание.рф/> (дата обращения: 01.11.2024).

⁵ Здравоохранение в России. 2023: Стат.сб./Росстат. Москва, 2023. 179 с.

⁶ Круглый стол Комитета по охране здоровья на тему «Борьба с ожирением как одна из задач системы здравоохранения». [Электронный ресурс.] Режим доступа: <http://duma.gov.ru/multimedia/video/events/97302/> (дата обращения: 11.06.2024).

Цель исследования – оценить отношение к здоровому питанию и практики питания россиян разных возрастных групп.

Материалы и методы. Основной источник эмпирической информации – общероссийский социологический опрос, организованный Научно-исследовательским центром социально-политического мониторинга ИОН РАНХиГС в период с 3 по 12 апреля 2024 г. Опрошено 1500 респондентов в возрасте от 18 лет и старше в 30 субъектах Российской Федерации, представляющих все федеральные округа страны. Выборка охватила представителей основных социальных и демографических групп населения. Метод опроса: личное формализованное интервью по месту жительства респондентов. Статистическая погрешность данных не превышает 2,5 %.

По возрастным группам респонденты в полученном массиве распределились следующим образом: 18–24 года – 10,0 %, 25–29 лет – 10,4 %, 30–35 лет – 10,6 %, 36–45 лет – 20,8 %, 46–55 лет – 18,3 %, 56–65 лет – 16,1 %, старше 65 лет – 13,8 %. В процессе анализа эмпирической информации выделенные возрастные группы рассматриваются как отдельно, так и при необходимости в объединении в более крупные группы возрастов. Так, группа 18–35 лет относится в целом к молодежи (от возраста совершеннолетия⁷ до границы в 35 лет, принятой в российском законодательстве⁸), 36–55 лет – условно, средний возраст, как правило, это занятое население, 56 лет и старше – старший возраст, объединяющий предпенсионный и пенсионный возраст.

Отношение респондентов к здоровому питанию выявлялось с помощью следующих вопросов: «Какой основной смысл Вы вкладываете в понятие «здоровый образ жизни»?»; «Как Вы считаете, что в Вашем образе жизни оказывает наиболее негативное влияние на состояние Вашего здоровья?»; «Осведомленность граждан о здоровом питании проанализирована на основании вопроса: «Знаете ли Вы о том, каким должен быть здоровый рацион (набор продуктов и количество калорий) и режим питания?»

Для изучения практик питания россиян, причин и мотивов практического отношения к питанию использовались вопросы: «Соблюдаете ли Вы здоровый рацион и режим питания?»; «Как часто Вы обычно употребляете следующие продукты и напитки: газированные сладкие напитки, чипсы, фрукты, овощи (кроме картофеля) рыба, морепродукты?»; «Если Вы не соблюдаете здоровый рацион или режим питания, то почему?»; «Чем Вы руководствуетесь при выборе продуктов питания в первую очередь?». Практика потребления бесполезных для здоровья пищевых продуктов и напитков выявлялась также по вопросам: «Пользуетесь ли Вы услугами сетевых предприятий быстрого питания?»; «Употребляете ли Вы и как часто энергетические напитки?»

Результаты опроса 2024 г. проанализированы в сопоставлении с данными аналогичных опросов 2008, 2010, 2013, 2021, 2022 и 2023 гг. [13–18].

Анализ данных выполнен с помощью программы для статистической обработки данных SPSS. Использован анализ таблиц сопряженности, регрессионный анализ. В приведенных расчетах анализа двумерной зависимости (таблиц сопряженности) наличие взаимосвязи между переменными проверялось с использованием хи-квадрата Пирсона (асимптотическая значимость $p \leq 0,05$ свидетельствует о статистически значимом результате).

Ограничение исследования. В плане исследуемых составляющих здорового питания не изучено употребление мяса, соли и сахара в повседневных практиках респондентов разного возраста. Кроме фастфуда, не исследована практика их питания с использованием готовых блюд в других местах общественного питания (в столовых, кафе, ресторанах), использование онлайн-сервисов доставки. Эти и другие вопросы здорового питания могут представлять собой ориентиры для будущих исследований. В целом полученные данные демонстрируют наличие различий в практиках питания россиян разных возрастных групп.

Результаты исследования. Отношение граждан к здоровому питанию. Результаты социологических исследований демонстрируют высокую значимость здорового питания для россиян разных возрастных групп. Во-первых, в восприятии граждан рациональное питание входит в тройку основных составляющих здорового образа жизни наряду с отказом от вредных привычек (курения, злоупотребления алкоголем и др.), достаточным и здоровым сном, занятиями физкультурой и спортом [18]. Наиболее часто этот компонент ЗОЖ выделяет молодежь 18–35 лет (59,7 %), причем в группе 30–35-летних доля таких ответов достигает 65,9 %. Для сравнения в группе старше 65 лет на эту составляющую ЗОЖ обратили внимание 47,8 % опрошенных.

Во-вторых, по ответам самих респондентов, среди обстоятельств, особенно негативно влияющих на состояние их здоровья, с учетом их образа жизни, одно из первых мест занимает несоблюдение здорового рациона и режима питания. Более чем треть опрошенных в целом по выборке (37,9 %) ответила таким образом. В числе основных негативных факторов для здоровья в образе жизни (более трети ответов), по мнению россиян, также стрессовые ситуации (в семье, на работе и др.), малоподвижный образ жизни и нарушение сна (недостаток сна и неправильный режим сна). На негативное влияние на здоровье несоблюдения здорового рациона и режима питания чаще указывает молодежь 18–35 лет – 42,2 % (18–24 года – 46,7 %). В средней (36–55 лет) и старшей (56 лет и старше) возрастных группах такие ответы составили 36,6 и 35,3 % соответственно.

Опросы фиксируют достаточно неплохую осведомленность респондентов о том, как нужно правильно питаться. Большинство утверждает, что знают, каким должен быть здоровый рацион (набор продуктов и количество калорий) и режим

⁷ «Гражданский кодекс Российской Федерации» от 30.11.1994 №51-ФЗ. КонсультантПлюс. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения: 02.09.2024).

⁸ Федеральный закон «О молодежной политике в Российской Федерации» от 30.12.2020 № 489-ФЗ. КонсультантПлюс. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372649/ (дата обращения: 03.05.2024).

питания (65,1 % в среднем по выборке). Однако старшее поколение оценивает свою информированность ниже, чем другие возрастные группы (рис. 1). Если среди молодежи и граждан среднего возраста 72,5 % и 69,0 % респондентов в разной степени информированы о здоровом питании, то в старшей возрастной группе – 52,5 %. Доля плохо информированных возрастных граждан довольно высока и составляет их третью часть. Опрос 2023 г. также фиксировал более слабые знания в группе старшего поколения (указали на хорошие знания и неплохие представления среди молодежи 70,2 %, средний возраст – 78,6 %, старший возраст – 55,7 %), что подтверждает наличие указанных различий.

По самооценкам половины опрошенных (53,6 %) здоровый рацион (набор продуктов и количество калорий) и режим питания ими соблюдаются, в том числе о строгом соблюдении сообщили 7,9 %, соблюдают, но не всегда 45,7 % опрошенных. Вместе с тем более трети участвующих в опросе россиян (36,9 %) не придерживаются указанных принципов здорового питания, а каждый десятый (9,5 %) затруднился с ответом. В предыдущих опросах фиксировалось в целом схожее распределение самооценок опрошенных, при этом ответы о соблюдении принципов здорового питания (строгом или с отступлениями) встречались чаще: 2021 г. – 60,1 %, 2022 г. – 58,6 %.

По возрастным группам опрошенных в целом доля несоблюдающих принципы здорового питания

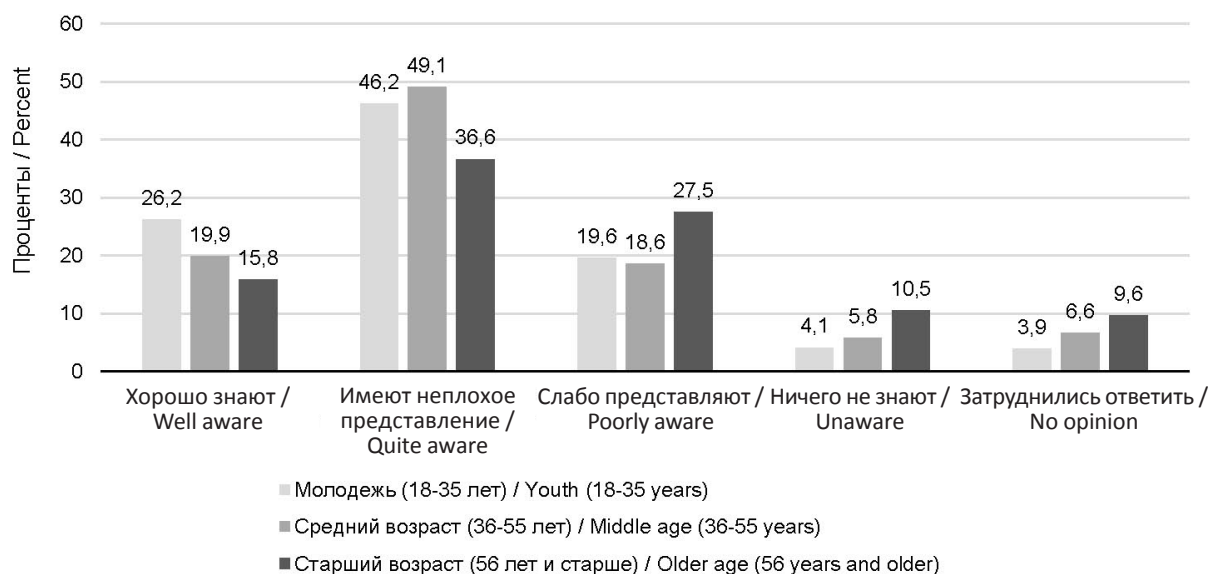


Рис. 1. Информированность респондентов разных возрастных групп о том, каким должен быть здоровый рацион (набор продуктов и количество калорий) и режим питания (% по выделенным возрастным группам)

Fig. 1. Awareness of a healthy diet (a set of foods and calorie content) and meal timing by age groups (% of the respondents)

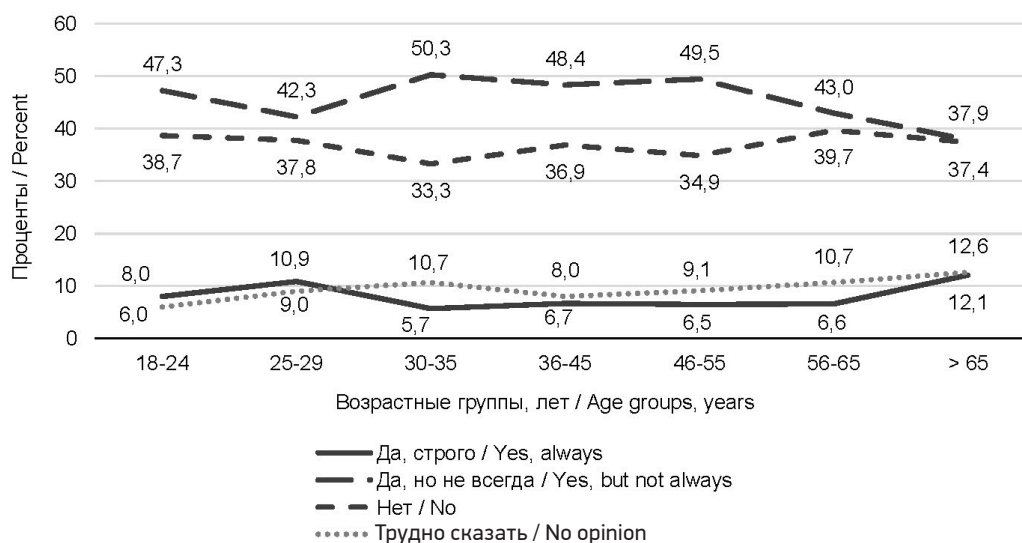


Рис. 2. Самооценки респондентов разных возрастных групп относительно соблюдения ими здорового рациона и режима питания (% по выделенным возрастным группам)

Fig. 2. Self-assessed commitment to a healthy diet and eating schedule by age groups (% of the respondents)

распределена равномерно, однако наблюдаются некоторые вариации по степени соблюдения здорового рациона и режима питания (рис. 2). Например, строго соблюдают принципы здорового питания 12,1 % респондентов старше 65 лет, практически в два раза реже такие ответы встречаются в средних возрастных группах.

Чаще стараются соблюдать здоровый рацион и режим питания (строго и с отступлениями) женщины (61,7 %), люди с высшим образованием (62,1 %), граждане с высоким уровнем материального положения (63,3 %). Значимо отличаются ответы работников умственного (59,9 %) и физического труда (43,4 %). Способствует организации правильного питания занятость в удаленном и комбинированном режиме – 60,7 %, в случае очного режима работы удается питаться правильно только 50,9 %.

Респонденты, интересующиеся вопросами здорового образа жизни (ЗОЖ), а также имеющие представления о том, каким должен быть здоровый рацион и режим питания, чаще указывают на соблюдение принципов здорового питания: 68,2 и 69,0 %. Знания являются основой практических действий, а интерес к вопросам ЗОЖ стимулирует людей придерживаться принципов такого образа жизни в любых его проявлениях, в том числе и в питании. Тем не менее даже среди тех респондентов, кто заявляет о наличии интереса к ЗОЖ или об имеющихся знаниях о здоровом питании, четверть полностью отрицает соблюдение здорового рациона и режима питания.

Однако фиксируемые опросными данными практики поведения граждан, показывают, что теоретических знаний для здорового питания недостаточно, существуют различные обстоятельства, ограничивающие здоровое потребление россиянами пищевых продуктов.

В числе основных причин несоблюдения здорового рациона или режима питания сами респонденты, не придерживающиеся этих принципов в строгой форме, в первую очередь называют отсутствие при-

вычки (42,8 %). Причем значимость этого варианта ответа за последние 10 лет возросла на 15,6 п.п. Этот аргумент примерно одинаково распространен в разных возрастных группах (табл. 1).

Многие жалуются на отсутствие времени (31,7 %) и режим работы, учебы (30,0 %), не позволяющие уделять внимание организации здорового питания в своей повседневной жизни. В случае очной занятости доля ответов о режиме работы как причине нездорового питания еще выше – 38,9 %. Чаще других жалуются на нехватку времени и режим работы (учебы) молодежь и люди среднего возраста (порядка 39 % в группе менее 45 лет), респонденты с высшим образованием, а также граждане, имеющие несовершеннолетних детей. В частности, среди последних 41,6 % указали на нехватку времени и 37,2 % – на режим работы, учебы.

Нехватка денег является еще одной весомой причиной несоблюдения здорового рациона и режима питания (18,5 %). Эта причина является более актуальной для возрастных граждан (старше 65 лет – 34,3 %), жителей сел – 24,2 %. Максимальных значений достигает доля таких ответов среди граждан низкодходной группы – 51,2 %.

Безусловно, такие обстоятельства как занятость по работе (учебе) и невысокий доход в определенной мере ограничивают возможности людей питаться рационально по объективным причинам, но довольно весомая часть россиян просто не видит в этом смысла или не имеет нужных знаний, информации. Об этом сообщили 16,4 % и 10,3 % респондентов, не соблюдающих на постоянной основе здоровый рацион и режим питания. На отсутствие нужных знаний и недостаток информации, как правило, указывают респонденты старшей возрастной группы (старше 65 лет 19,9 %).

Можно также добавить, что респонденты практически не жалуются на отсутствие доступных пунктов общественного питания, доля таких ответов в среднем составила лишь 5,5 % (18–24 года – 8,0 %).

Таблица 1. Причины несоблюдения здорового рациона или режима питания в разных возрастных группах (% от количества респондентов, которые строго не соблюдают здоровый рацион и режим питания; сумма ответов не равна 100 %, так как по методике опроса можно было выбрать несколько вариантов)

Table 1. Reasons for neglecting healthy eating and meal timing by age groups (% of the respondents who do not strictly follow a healthy diet and eating schedule; the total of answers exceeds 100 % because of multiple choice questions)

	Возрастные группы, лет / Age groups, years							Всего по выборке / Total for the sample
	18–24	25–29	30–35	36–45	46–55	56–65	> 65	
Нехватка денег / Lack of money	10,9	15,1	14,0	17,9	15,6	19,5	34,3	18,5
Не вижу смысла / Lack of point	14,5	18,0	14,0	11,3	19,8	15,9	22,1	16,4
Нет времени / Lack of time	40,6	35,3	40,0	40,5	31,1	19,9	16,6	31,7
Отсутствие доступных пунктов общественного питания / Lack of affordable catering facilities	8,0	7,2	5,3	6,5	5,1	5,3	1,7	5,5
Нет привычки / Lack of habit	46,4	46,0	43,3	39,9	40,1	44,2	44,2	42,8
Отсутствие нужных знаний, информации / Lack of necessary knowledge, information	6,5	8,6	8,0	8,6	9,7	10,6	19,9	10,3
Не позволяет режим работы, учебы / Intense work / study schedule	44,9	36,7	43,3	34,0	31,9	20,8	4,4	30,0
Другое / Other	2,2	2,9	4,0	3,1	3,9	4,4	6,6	3,9
Затруднились ответить / No opinion	6,5	2,9	6,7	6,9	5,8	10,2	9,9	7,2

В целях статистического анализа факторов, влияющих на соблюдение гражданами разных возрастных групп принципов здорового питания, был использован метод бинарной логистической регрессии (пошагового исключения переменных). Зависимая переменная принимает значение «1» в случае соблюдения здорового рациона и режима питания и «0» – в случае несоблюдения. В качестве независимых переменных (предикторов) были отобраны и рассмотрены те, которые представляют потенциальные причины для вариации зависимой переменной.

Итоговые модели (1–3) логистической регрессии по трем возрастным группам, содержащие переменные, оказывающие и не оказывающие статистически значимое влияние на зависимую переменную ($p > 0,05$), приведены в табл. 2. В числе

таких переменных как социально-демографические характеристики опрошенных (пол, образование, материальное положение, наличие желудочно-кишечных заболеваний, вес тела человека, наличие очной занятости, употребление напитков, содержащих алкоголь (пиво, вино, водка и др.)), так и их субъективные оценки, выражающие причины несоблюдения здорового рациона и режима питания.

Проведенные расчеты показывают, что перечень факторов, влияющих на соблюдение здорового питания, в выделенных возрастных группах не идентичен. Например, наличие желудочно-кишечных заболеваний оказалось значимым фактором здорового питания только в средневозрастной группе, а вес респондента и наличие очной занятости – в группе граждан старшего возраста. При

Таблица 2. Статистика моделей логистической регрессии, направленной на поиск факторов, влияющих на соблюдение респондентами разных возрастных групп здорового рациона и режима питания

Table 2. Statistics of logistic regression models aimed at establishing factors influencing commitment of the respondents from different age groups to a healthy diet and meal timing

Независимые переменные / Independent variables	Модель 1 – Молодежь (18–35 лет) / Youth (18–35 years)			Модель 2 – Средний возраст (36–55 лет) / Middle age (36–55 years)			Модель 3 – Старший возраст (56 лет и старше) / Older age (56 years and older)		
	Доля наблюдений, которые модель смогла правильно классифицировать / The proportion of observations that the model was able to classify correctly – 66,7 %, R -квадрат Нэйджелкерка / Nagelkerk R -square – 22,1 %, -2 Log-правдоподобие / -2 Log-likelihood = 377,573, хи-квадрат / Chi-squared test = 57,161, $p = 0,000$, $N = 318$			Доля наблюдений, которые модель смогла правильно классифицировать / The proportion of observations that the model was able to classify correctly – 71,1 %, R -квадрат Нэйджелкерка / Nagelkerk R -square – 28,0 %, -2 Log-правдоподобие / -2 Log-likelihood = 505,553, хи-квадрат / Chi-squared test = 104,691, $p = 0,000$, $N = 450$			Доля наблюдений, которые модель смогла правильно классифицировать / The proportion of observations that the model was able to classify correctly – 68,5 %, R -квадрат Нэйджелкерка / Nagelkerk R -square – 26,3 %, -2 Log-правдоподобие / -2 Log-likelihood = 369,324, хи-квадрат / Chi-squared test = 69,598, $p = 0,000$, $N = 317$		
	β -коэффициент / Beta coefficient	Знач. Вальд / Wald test	Exp(β)	β -коэффициент / Beta coefficient	Знач. Вальд / Wald test	Exp(β)	β -коэффициент / Beta coefficient	Знач. Вальд / Wald test	Exp(β)
Употребление алкоголя / Alcohol consumption	-0,524	0,032	0,592	-0,235	0,231	0,791	-0,737	0,001	0,479
Уровень материального положения / Financial well-being	-0,438	0,012	0,645	-0,318	0,058	0,728	-0,435	0,023	0,647
Наличие желудочно-кишечных заболеваний / Gastrointestinal diseases	-0,062	0,856	0,940	-0,997	0,001	0,369	-0,146	0,650	0,864
Пол респондента / Respondent's sex	0,689	0,008	1,992	0,291	0,211	1,337	0,726	0,007	2,066
Наличие высшего образования / Higher education	0,065	0,808	1,068	0,453	0,042	1,573	0,937	0,004	2,553
Вес респондента / Respondent's weight	0,128	0,646	1,137	0,332	0,140	1,394	0,691	0,008	1,995
Наличие очной занятости / Full-time employment	0,044	0,866	1,045	-0,434	0,087	0,648	-0,580	0,041	0,560
«Нет привычки» соблюдать здоровый рацион и режим питания / Lack of habit to eat healthy	-0,743	0,004	0,476	-0,984	0,000	0,374	-0,726	0,006	0,484
«Не видят смысла» в соблюдении здорового рациона и режима питания / Lack of point in a healthy diet and meal timing	-1,772	0,000	0,170	-1,979	0,000	0,138	-1,312	0,000	0,269
Константа / Constant	1,799	0,135	6,047	3,327	0,001	27,844	1,455	0,235	4,284

этом привычка питаться неправильно и мнение об отсутствии смысла в соблюдении здорового рациона и режима питания являются общими значимыми факторами здорового питания для всех возрастных групп. В отношении последнего фактора отметим, что люди не верят в то, что здоровое питание может положительно отразиться на их здоровье.

Полученные данные в целом можно интерпретировать следующим образом, учитывая направление связи между переменными и кодировку шкал ответов⁹: вероятность соблюдения здорового рациона и режима питания выше у женщин, она растет с повышением уровня образования, уровня материального положения. Наличие желудочно-кишечных заболеваний повышает вероятность здорового питания, вполне понятно, что люди с заболеваниями такого рода вынуждены строже следить за своим питанием. Закономерна выявленная связь между весом человека и соблюдением здорового питания: чем ближе вес к нормальному, тем больше соблюдается здоровое питание.

Наличие очной занятости и регулярное употребление алкоголя, привычка питаться неправильно и мнение об отсутствии смысла в соблюдении здорового рациона и режима питания, напротив, шансы на здоровое питание снижают.

Пищевые приоритеты граждан. Среди основных критериев выбора продуктов питания лидируют вкусовые качества продуктов (59,6 %). Реже обращается внимание на стоимость (46,8 %) и качество товара (43,7 %). При этом пользу для здоровья учитывает не многим более трети граждан (37,1 %). Принцип «вкусно и недорого» является традиционным для россиян [16]. При этом и в плане выбора продуктов

привычка усилила свой вес практически в 2 раза: с 21,3 % в 2013 г. до 40,9 % в 2024 г.

Очевидно, что для малообеспеченных граждан стоимостная характеристика имеет наибольшее значение (71,8 %). Качественная, вкусная и полезная еда – это прерогатива людей с высоким уровнем материального положения. При наличии высшего образования чаще, чем при его отсутствии, обращается внимание на пользу продуктов питания для здоровья (45,6 %). Кроме того, если молодые участники опроса (18–24 лет) делают особый акцент на вкусовых качествах продуктов (73,3 %), то с возрастом эта характеристика снижает свой вес и становится менее актуальной для возрастных граждан (64,1 % – среди 36–45-летних, 45,6 % – в группе старше 65 лет). Респонденты старшего возраста чаще уделяют внимание стоимости продуктов (56–65 лет – 52,9 %, старше 65 лет – 61,7 %) (табл. 3).

Критерии выбора продуктов питания коррелируют с самооценками респондентов о соблюдении принципов здорового питания. Те респонденты, кто соблюдает принципы здорового питания, при выборе продуктов больше ориентируются на их пользу для здоровья и качество. Кто не соблюдает – на вкусовые качества, стоимость, привычку, легкость приготовления.

Более объективная картина реализации россиянами принципов здорового питания наблюдается при выявлении частоты употребления ряда продуктов, которые можно отнести к разряду полезных и вредных. К первой группе были отнесены фрукты, овощи (кроме картофеля) и рыба, морепродукты. Ко второй – газированные сладкие напитки и чипсы (содержат

Таблица 3. Основные критерии выбора продуктов питания в разных возрастных группах (в % по выделенным возрастным группам, сумма ответов не равна 100 %, так как по методике опроса можно было выбрать несколько вариантов)

Table 3. Basic criteria for choosing food products by age groups (% of the respondents; the total of answers exceeds 100 % because of multiple choice questions)

	Возрастные группы, лет / Age groups, years							Всего по выборке / Total for the sample
	18–24	25–29	30–35	36–45	46–55	56–65	>65	
Польза для здоровья / Health benefit	34,0	37,8	43,4	43,3	38,2	31,0	30,1	37,1
Привычка / Habit	36,0	39,7	32,7	41,3	41,5	45,9	44,2	40,9
Вкусовые качества / Taste	73,3	60,9	57,9	64,1	57,8	59,5	45,6	59,6
Реклама продукции / Product advertisement	4,0	3,2	7,5	4,2	4,7	2,5	5,3	4,4
Наличие добавок, повышающих иммунитет (пробиотики и др.) / Immune booster supplements (probiotics, etc.)	4,0	4,5	9,4	3,5	2,9	2,5	1,0	3,7
Легкость приготовления / Ease of cooking	26,0	33,3	24,5	24,4	23,3	19,4	13,1	22,9
Стоимость / Price	46,0	41,7	40,3	40,1	45,1	52,9	61,7	46,8
Качество товара / Quality	40,0	48,1	49,1	42,0	47,3	41,3	39,3	43,7
Что-то другое / Other	2,7	–	2,5	1,0	1,1	1,7	1,9	1,5

⁹ Употребление алкоголя (1 – не употребляют, 2 – иногда (редко), 3 – регулярно); уровень материального положения (1 – высокий, 2 – сравнительно высокий, 3 – средний, 4 – денег не хватает на продукты и одежду, 5 – очень низкий, живу в крайней нужде); наличие желудочно-кишечных заболеваний (1 – имеются, 2 – не имеются); пол респондента (1 – мужской, 2 – женский); наличие высшего образования (0 – не имеют в/о, 1 – имеют в/о); вес респондента (1 – избыточный, 2 – нормальный); наличие очной занятости (0 – не заняты очно / 1 – заняты очно); «Нет привычки» соблюдать здоровый рацион и режим питания (0 – не отметили, 1 – отметили); «Не видят смысла» в соблюдении здорового рациона и режима питания (0 – не отметили, 1 – отметили).

большое количество сахара и соли). Эти продукты имеют доказанное положительное или отрицательное влияние на организм человека¹⁰. Выявлено, что ежедневно потребляют овощи и фрукты 35,4 и 26,2 % респондентов, еще примерно половина (50,1 и 50,3 %) – несколько раз в неделю. Однако доля тех граждан, кто ест такие полезные продукты очень редко, достаточно велика: несколько раз в месяц и еще реже потребляют овощи 14,2 %, фрукты – 22,8 %, что не соответствует общепринятым нормам здорового питания. Проблемной составляющей рациона граждан является рыба и морепродукты: если 32,3 % едят рыбные блюда не реже нескольких раз в неделю, то 53,9 % – несколько раз в месяц, 13,8 % – несколько раз в год.

При этом негативные практики питания не редко присутствуют в жизни россиян. Именно вкусовые пристрастия обуславливают потребление таких неполезных продуктов питания, как газированные сладкие напитки и чипсы (содержат большое количество сахара и соли). С частотой не реже нескольких раз в неделю 17,9 % опрошенных употребляют газированные сладкие напитки и 9,8 % – чипсы. Еще 58,6 и 57,5 % респондентов, соответственно, используют такую неполезную для здоровья продукцию несколько раз в месяц и реже. Совсем не употребляют газированные сладкие напитки только 23,5 % опрошенных, не едят чипсы – 32,7 %. Чаще потребители газированных сладких напитков и чипсов встречаются среди мужчин, жителей городов, среди людей с высоким уровнем доходов, а также тех, кто употребляет алкоголь. Однако основными потребителями такой продукции являются молодые люди (рис. 3). В частности, в группе 18–24-летних респондентов о потреблении газированных сладких напитков не реже нескольких раз в неделю

сообщает 43,3 %, о такой же частоте потребления чипсов – 26,0 %. Чем старше становится человек, тем больше он ограничивает себя в употреблении неполезных напитков и продуктов, более осознанно подходит к организации своего питания.

Кроме того, чем хуже респонденты информированы о том, каким должен быть здоровый рацион питания, тем они чаще потребляют такую продукцию. Например, среди респондентов, в целом информированных о принципах здорового питания доля тех, кто ежедневно или несколько раз в неделю потребляет сладкие газированные напитки, составляет 14,7 %, в случае слабой информированности или полного отсутствия таких знаний – 23,9 %. Аналогично в отношении потребления чипсов такие ответы составили 7,3 и 14,4 % соответственно.

Потребностям россиян вполне соответствует фастфуд, который предлагает еду вкусную и относительно недорогую. Кроме того, темпы современной жизни стимулируют людей к посещению таких предприятий общественного питания, где можно быстро перекусить, не затрачивая значительного количества времени, и при этом получить удовольствие. Поэтому многие (54,5 %) прибегают к потреблению услуг предприятий быстрого питания, и если не на постоянной основе (5,7 % по выборке), то иногда (редко) (48,8 %). Полностью отрицают потребление фастфуда 45,5 %.

За период мониторинга фастфуд увеличил число своих сторонников, так как в 2008 г. о его использовании (постоянно или иногда) сообщали 22,0 %, не употребляли фастфуд 78,1 %.

Чаще пользуются услугами предприятий быстрого питания мужчины, жители городов, респонденты с более высоким уровнем образования

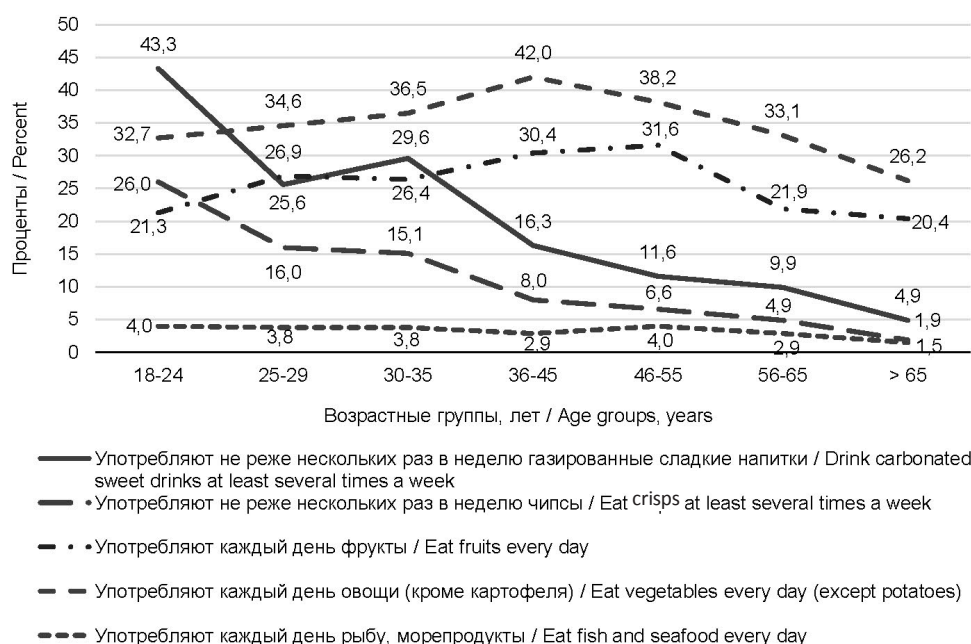


Рис. 3. Употребление полезных / вредных для здоровья продуктов и напитков в разных возрастных группах (в % по выделенным возрастным группам)

Fig. 3. Healthy/unhealthy food and drink consumption by age groups (% of the respondents)

¹⁰ «Гражданский кодекс Российской Федерации» от 30.11.1994 №51-ФЗ. КонсультантПлюс. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения: 02.09.2024).

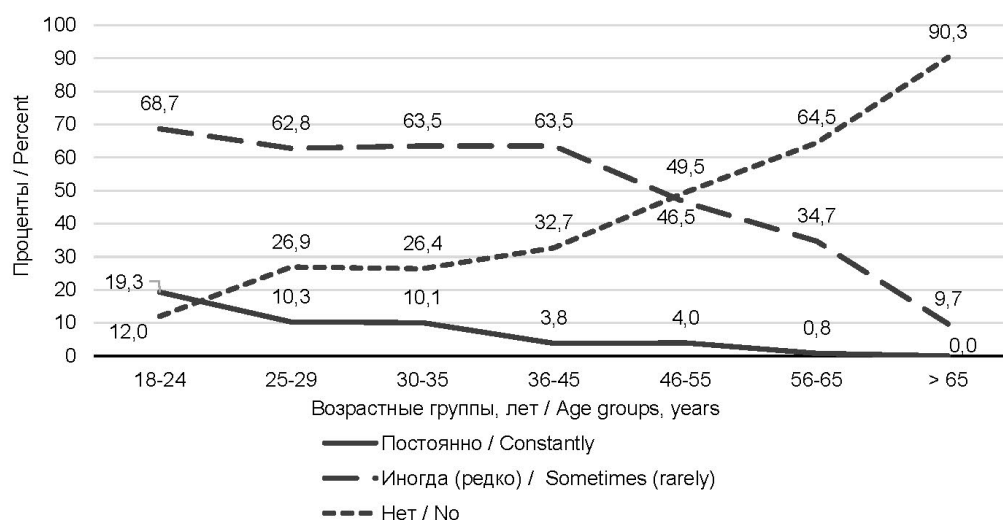


Рис. 4. Распространенность использования услуг сетевых предприятий быстрого питания в разных возрастных группах (в % по выделенным возрастным группам)

Fig. 4. Frequency of visiting fast food restaurants by age groups (% of the respondents)

и материального положения, а также граждане, занятые умственным трудом, и те, кто работает в удаленном режиме. Эти характеристики основных потребителей фастфуда стабильны, они фиксировались и в опросах предыдущих лет. Особенно выделяется в этом отношении молодежь. Это основная аудитория предприятий быстрого питания. Так, в группе 18–24 года каждый пятый регулярно потребляет фастфуд, еще две трети питаются таким образом время от времени. С увеличением возраста респондентов доля потребителей фастфуда снижается (рис. 4).

В рацион питания части россиян входят так называемые энергетики – напитки, содержащие стимулирующие вещества, которые временно повышают физическую и умственную активность, вызывают прилив сил. По данным социологического мониторинга, за последнее десятилетие отмечается рост потребления безалкогольных энергетических

напитков. Если в 2013 г. о регулярном или периодическом их использовании сообщали 16,6 % опрошенных, то к 2023 г. доля таких ответов увеличилась до 22,8 %, а в 2024 г. составила 23,2 %. Склонность к потреблению «энергетиков» больше проявляют мужчины – 32,8 % (пьют их регулярно и иногда), люди с высоким уровнем материального положения – 27,5 %, а также те, кто регулярно употребляет напитки, содержащие алкоголь – 36,5 %.

Главным образом популярны энергетики среди молодого поколения россиян. Так, по результатам опроса 2024 г., каждый второй респондент в возрасте 18–24 лет сообщил об употреблении безалкогольных энергетических напитков, в том числе каждый десятый – о регулярном их использовании, с дальнейшей тенденцией на снижение в зависимости от увеличения возраста (рис. 5). Данные опроса 2023 г. также обращали внимание

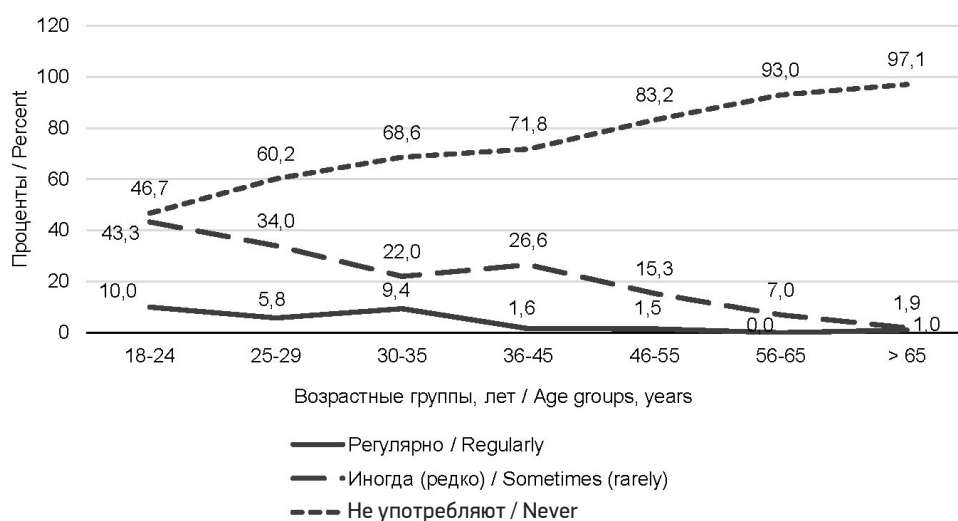


Рис. 5. Распространенность потребления безалкогольных энергетических напитков в разных возрастных группах (в % по выделенным возрастным группам)

Fig. 5. Frequency of non-alcoholic energy drink consumption by age groups (% of the respondents)

на проблему преимущественно молодежного потребления «энергетиков» [18].

Обсуждение. Результаты представленного исследования высветили ряд особенностей в практиках питания россиян разных возрастных групп населения. В первую очередь отметим, что несоблюдение здорового питания для разных возрастных групп граждан обусловлено разными причинами. Для молодежи и людей среднего возраста осложняет соблюдение принципов здорового питания в значительной степени высокая занятость. Для возрастных граждан, особенно неработающих пенсионеров, существенным препятствием к правильному питанию является недостаток денег. Однако общей аргументацией для всех возрастных групп опрошенных является отсутствие привычки, что указывает на необходимость формирования культуры здорового питания, начиная с раннего детства. Как известно, сформированные с детства привычки являются устойчивыми сценариями, «устоявшимися шаблонами» поведения человека, поэтому трудно поддаются корректировке [19]. Именно традиции родительской семьи закладывают основы пищевого поведения. Например, научные исследования показывают, что более частые семейные трапезы формируют более правильные пищевые привычки у молодежи независимо от функционирования семьи (общения в семье, ролей и др.) [20].

По данным представленного опроса привычка также является весомым основанием потребительского выбора. При этом если молодые участники опроса делают особый акцент на вкусовых качествах продуктов, то с возрастом эта характеристика снижает свой вес и становится менее актуальной для возрастных граждан. Последние чаще уделяют внимание стоимости продуктов.

Отмечается в целом неплохая информированность участников опроса о принципах здорового питания – по данным текущего опроса в разной степени осведомлены 65,1 % (хуже в старшей возрастной группе – 52,5 %). По данным Росстата 2023 г. получено близкое значение – 62,7 % хорошо и неплохо информированных россиян в возрасте от 15 лет и старше¹¹. Результаты исследования Аналитического центра НАФИ (2023 г.) зафиксировали 61,0 % респондентов, в целом хорошо осведомленных о нормах правильного питания.

При этом нельзя не отметить зависимость повседневных практик питания от информированности людей о принципах здорового потребления пищи. В этом отношении следует подчеркнуть значимость повышения информированности россиян о пользе и вреде различных напитков и продуктов питания. Исследования показывают, что по мере

роста осведомленности в области общественного здравоохранения в целом все больше потребителей обращают внимание на свои пищевые привычки [21].

Однако намерения потребителей не всегда соответствуют их реальному потреблению. По нашим данным даже в случае наличия определенных знаний о здоровом питании четверть таких респондентов на практике не следит за своим рационом и режимом питания. Такие противоречия отмечаются во всех возрастных группах опрошенных. На подобные несоответствия в знаниях и поведении людей в отношении правильного питания, указывают также исследования других организаций. Например, в исследовании страховой компании Madanes (2023 г.), выяснилось, что почти половина жителей российских городов (42 %) осознает риски и возможные серьезные последствия неправильного питания, однако две трети респондентов (67 %) не ограничивают себя в выборе пищи¹².

В числе уже упомянутых причин несоблюдения принципов здорового питания (привычка, занятость, уровень дохода и др.) исследователями рассматриваются и другие, например, эмоциональное состояние, приводящее к практикам «заедания» стресса [22, 23]. Отметим также тесную связь уровня потребления алкогольных напитков и характера питания: у лиц, употребляющих алкоголь, отмечается «выраженный дисбаланс в питании, характеризующийся более высоким потреблением красного мяса, особенно переработанного, высокожировых молочных продуктов, соли, а у женщин – еще и кондитерских изделий» [24, с. 6].

Данные опроса показывают существенные межпоколенческие различия в потреблении бесполезных для здоровья напитков и продуктов питания. Чем старше человек, тем больше он избегает употребления сладких газированных напитков, чипсов (джанк-фуд еды – вкусной, но не имеющей пищевой ценности и, более того, вредной для здоровья), более осознанно подходит к организации своего питания. Подтверждения этому тезису отмечаются и по результатам исследований других социологических компаний. В частности, по данным исследования Аналитического центра НАФИ, доли людей, избегающих употребления газированных напитков, различаются в 8 раз в самой младшей и самой старшей возрастных группах¹³. Среди респондентов в возрасте 60 лет и старше, опрошенных ВЦИОМ, доля тех, кто сдержан в питании и никогда не переедает наиболее высока¹⁴. Как отмечают специалисты компании РОМИР, «старшее поколение старается вести более здоровый образ жизни, что потенциально может быть связано с необходимостью дополнительной заботы о здоровье»¹⁵.

¹¹ Федеральные статистические наблюдения по социально-демографическим проблемам. Итоги Выборочного наблюдения состояния здоровья населения. Росстат. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/zdor23/PublishSite_2023/index.html (дата обращения: 13.03.2024).

¹² «Сердце, рак и диабет»: Более 2/3 россиян находят под угрозой возникновения серьезных заболеваний из-за неправильного питания. Российская газета. 04.06.2023. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://rg.ru/2023/06/04/serdce-rak-i-diabet-bolee-23-rossiian-nahodiatsia-pod-ugrozoi-vozniknoveniia-sereznyh-zabolevanij-iz-za-nepravilnogo-pitaniia.html> (дата обращения: 12.06.2024).

¹³ Газировка и алкоголь: в чем чаще всего ограничивают себя россияне ради здорового питания. Аналитический центр НАФИ. 29.03.2023. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://nafi.ru/analytics/gazirovka-i-alkogol-v-chem-chashche-vsego-ogranichivayut-sebya-rossiiane-radi-zdorovogo-pitaniya/> (дата обращения: 04.03.2024).

¹⁴ Большая жратва – 2023. ВЦИОМ. 28.09.2023. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/bolshaja-zhratva-2023> (дата обращения: 13.06.2024).

¹⁵ Исследование отношения к здоровому питанию среди населения России. Romir2022. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://здоровое-питание.pf/upload/uf/004/Исследование_Ромир_2022.pdf (дата обращения: 12.06.2024).

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-7-21>
Original Research Article

Но, как видим по результатам мониторинга, негативные практики питания не редко присутствуют в жизни россиян разных возрастных групп. Речь прежде всего идет о фастфуде, которым россияне пользуются все чаще. Кроме того, что фастфуд предлагает быструю, вкусную и относительно недорогую еду, и, соответственно, возможность порадовать себя, предприятия быстрого питания являются местом, где можно провести время с семьей или с друзьями¹⁶. Широкая сеть, шаговая доступность, разнообразие ассортимента и рекламные акции также относятся к числу преимуществ предприятий быстрого питания. Между тем такая еда даже если и не навредит, то не принесет желаемой пользы для организма. В любом случае злоупотребления ею могут провоцировать ухудшения в состоянии здоровья¹⁷. Научно доказано, что регулярное употребление фастфуда и сладких газированных напитков не только приводит к лишнему весу, но и ухудшает функции печени [25, 26].

Зафиксированную возрастающую динамику потребления россиянами фастфуда отмечают и другие исследовательские компании. В частности, по данным ВЦИОМ, фастфуд стал неотъемлемой частью нашей культуры, доля его потребителей за период 2010–2022 гг. увеличилась в два раза¹⁸. По данным компании РОМИР, в первом полугодии 2023 г. наблюдалось увеличение аудитории фастфуда, причем доля россиян, которые хотя бы раз в полгода бывали в ресторанах быстрого питания, показала максимум за последние годы¹⁹.

Отмечается тот факт, что основную целевую аудиторию услуг предприятий быстрого питания составляет молодежь 18–24 лет. Учитывая особую склонность к вкусной еде этой группы граждан, вполне возможно привыкание к такому питанию, а уже сформированные привычки довольно устойчивы, их трудно изменить. Поэтому интересна и вполне обоснованна, на наш взгляд, инициатива Роспотребнадзора относительно будущего фастфуда. По словам главы Роспотребнадзора А.Ю. Попова, из 2 млн посетителей ресторанов сети «Вкусно – и точка» в сутки половину составляет молодежь. Поэтому важно переориентировать предприятия быстрого питания на «максимально здоровое пол-

ноценное питание», но в «привычной упаковке»²⁰. С этой целью в настоящее время разрабатывается совместный проект Роспотребнадзора и сети предприятий быстрого питания «Вкусно и точка» по изменению политики компании, что может внести значимый вклад в здоровье населения²¹.

В контексте вопросов здорового питания важной является проблематика потребления безалкогольных энергетических напитков. С одной стороны, они имеют тонизирующие свойства, что может способствовать преодолению усталости человеку в случае такой необходимости. С другой стороны, стимулирующие вещества (кофеин, таурин и др.) в их составе, а также высокие дозы сахара, могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека²². Многочисленные исследования показывают негативное влияние «энергетиков» при их чрезмерном потреблении на психологическое состояние (депрессивное состояние, стрессы и др.) [27], параметры сна [28], сердечно-сосудистую систему [29]. Особую опасность они представляют для здоровья детей, подростков и молодежи [30, 31]. Опасно их сочетание с алкоголем, что популярно среди молодежи [32].

Однако встречаются и иные точки зрения о надуманной и преувеличенной опасности энергетиков²³. На портале Роскачество указано, что «энергетические напитки пить можно, но в умеренных количествах и только взрослым людям без проблем со здоровьем»²⁴. Вместе с тем в научной среде указывается на недостаток информации об энергетических напитках на сегодняшний день, что «требует дополнительных исследований и острой необходимости в возрастных ограничениях, прозрачности ингредиентов, четкой маркировке побочных эффектов и, что наиболее важно, в обучении потребителей» [33], с чем, на наш взгляд, можно согласиться.

Несмотря на возможный вред энергетиков, как показывают вышеприведенные социологические данные и данные других исследовательских учреждений, спрос на них расширяется. Так, по оценкам BusinesStat, «за 2019–2023 гг. производство энергетических напитков в России увеличилось в 2,2 раза: с 498 до 1096 млн л»²⁵, что, по оценкам

¹⁶ 44 % жителей РФ перекусывают фастфудом при посещении ТЦ. Retail.ru. 25.06.2024. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.retail.ru/news/44-zhiteley-rf-perekusyvayut-fastfudom-pri-poseshchenii-tts-25-iyunya-2024-242158/> (дата обращения: 12.06.2024).

¹⁷ Вниманию потребителя: О вреде фастфуда. Роспотребнадзор. 09.01.2020. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=12949 (дата обращения: 13.06.2024); Фастфуд: пять аргументов «против». Здоровое питание. 29.06.2024. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://xn----8sbehgcmib3cfabqj3b.xn--p1ai/healthy-nutrition/articles/fastfud-pyat-argumentov-protiv/> (дата обращения: 13.06.2024).

¹⁸ Фастфуд: от эпохи Макдональдса – во времена «вкусно и точка». ВЦИОМ. 27.07.2022. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/fastfud-ot-ehpokhi-makdonaldsa-vo-vremena-vkusno-i-tochka> (дата обращения: 14.06.2024).

¹⁹ Лидеры рынка фастфуда. Итоги первого полугодия. РОМИР. 23.08.2023. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://romir.ru/studies/itogi-pervogo-polugodiya-dlya-troyki-liderov-rynka-fastfudada> (дата обращения: 14.06.2024).

²⁰ Попова назвала сеть «Вкусно – и точка» флагманом здорового питания. РБК. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/6662db419a7947a929f85a81> (дата обращения: 11.06.2024).

²¹ Глава Роспотребнадзора назвала сеть «Вкусно – и точка» флагманом здорового питания. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://kazan.bezformata.com/listnews/set-vkusno-i-tochka-flagmanom/132561633/> (дата обращения: 11.06.2024).

²² Опасные стимуляторы организма – энергетики. Управление Роспотребнадзора по Республике Алтай. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://04.rospotrebnadzor.ru/index.php/consumer-information/faq/15953-14012022.html> (дата обращения: 14.06.2024).

²³ Насколько вредны энергетики? Роскачество. 06.02.2024. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut-vred-energetikov-mif-ili-pravda/> (дата обращения: 11.06.2024).

²⁴ Мифы и правда об энергетиках? Роскачество. 06.09.2024. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut-vred-energetikov-mif-ili-pravda/> (дата обращения: 11.09.2024).

²⁵ Анализ рынка энергетических напитков в России в 2019–2023 гг, прогноз на 2024–2028 гг. BusinesStat. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://businesstat.ru/catalog/id76252/> (дата обращения: 01.11.2024).

аналитиков, было обусловлено растущим спросом на эту продукцию среди населения. Причем «энергетики» являются наиболее быстрорастущей категорией отечественного рынка безалкогольных напитков, чему способствует активная реклама, появление новых вкусов.

Особую расположенность к употреблению энергетиков демонстрирует молодежь 18–24 лет, которая ведет активный образ жизни, часто недосыпает и тем самым компенсирует нехватку сна и недостаток энергии [34]. Напомним, что по данным представленного нами исследования половина этой группы с разной интенсивностью потребляет такие напитки, каждый десятый регулярно. Проблема потребления энергетиков молодежью обусловила внимание к ней со стороны российского государства в форме принятия соответствующего закона о запрете продажи безалкогольных тонизирующих напитков (в том числе энергетических) несовершеннолетним²⁶. При этом в отношении людей 18–24 лет как минимум требуется конкретизация правил употребления безалкогольных энергетических напитков для обеспечения их безопасности для здоровья, информирование об их побочных эффектах, а также необходимо внимание к составу и качеству энергетиков, к их рекламе в местах торговли и в СМИ.

Учитывая вышеизложенное, целесообразно усилить внимание со стороны государства практикам питания молодого поколения россиян. Работу в отношении формирования практик здорового питания в молодежной среде необходимо начинать с дошкольных учреждений и школы, где уже в детском и подростковом возрасте закладываются привычки здорового поведения. В связи с этим, безусловно, значимы существующие программы здорового питания в учебных заведениях, в целом направленные на формирование общей культуры здорового питания среди учащихся. При этом кроме обеспечения учебных организаций сбалансированным и вкусным питанием, важен широкий охват учащихся различного рода мероприятиями (классные часы, уроки здоровья, конкурсы, квесты, квизы и др.), связанными с пропагандой и информированием детей и подростков, а также их родителей о принципах здорового питания, важна регулярность проведения таких мероприятий, достаточная профилактика в целом здорового образа жизни. Необходимо взаимодействие дошкольных и школьных образовательных организаций с родителями, так как от их примера и отношения к здоровому образу жизни во многом зависит поведение их детей.

Важно также обратить внимание на средства массовой информации, где транслируется противоречивая информация, например информация о полезных для здоровья продуктах питания чередуется с рекламой фастфуда. При этом акцент следует сделать на возможностях информирования

о практиках здорового питания в сети Интернет как наиболее популярного информационного ресурса у молодежи. Информационное пространство может содействовать формированию практик здорового питания в том числе с помощью привлечения авторитетных для молодежи людей (блогеров, предпринимателей, актеров и др.).

Учитывая, что режим работы и невысокие доходы снижают возможности правильно питаться, следует усилить внимание работодателей к вопросам здорового питания трудовых коллективов, особенно в части обеспечения питанием возрастных граждан. В связи с этим требуется неформальная заинтересованность со стороны работодателей к здоровью сотрудников и определенные практические действия в этом направлении, в том числе внедрение и реализация на предприятиях корпоративных программ укрепления здоровья. При этом для малых и микропредприятий, где для обеспечения здорового питания сотрудников могут возникать финансовые трудности, возможно, определенная поддержка со стороны государства могла бы заключаться в предоставлении работодателям каких-либо финансовых льгот и стимулов за их ответственное отношение к здоровью и здоровому образу жизни сотрудников и реальные действия в этом направлении.

При реализации проектов для россиян, подобных проекту «Здоровое питание», необходимо предусматривать возможность их дополнительной информационной поддержки, включая размещение информации о проектах на официальных государственных ресурсах, в социальных сетях, рекламе на федеральных телеканалах, издание и распространение брошюр и иных печатных материалов о проекте среди населения.

Заключение. Существенная доля россиян стабильно не придерживается здорового рациона и режима питания. Основной причиной такого поведения является отсутствие привычки, что распространено во всех социально-демографических группах и за последнее десятилетие увеличило свою значимость. Кроме того, в жизни россиян нередко присутствуют негативные практики питания, в том числе за период мониторинга увеличилась доля потребителей фастфуда и безалкогольных энергетических напитков. Наибольшее распространение негативные практики пищевого поведения получают в молодежной среде, особенно в возрастной группе 18–24 лет.

В целом рекомендации по итогам исследования связаны с необходимостью совершенствования управленческих решений в области информирования россиян о принципах здорового питания и стимулирования их соблюдения с учетом разных возрастных групп населения, а также создания соответствующих условий для потребления качественных, безопасных и полезных для здоровья продуктов.

²⁶ Федеральный закон от 08.08.2024 № 304-ФЗ «О запрете продажи безалкогольных тонизирующих напитков (в том числе энергетических) несовершеннолетним и о внесении изменения в статью 44 Федерального закона "Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации"». Закон вступит в силу с 1 марта 2025 года. [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_482550/c50e6a89e10ca2bc925f3ff1896983e1d30fa5d7/ (дата обращения: 01.11.2024).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Тутельян В.А. Здоровое питание для общественного здоровья // Общественное здоровье. 2021. Т. 1. № 1. С. 56–64. doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64
- Максимов С.А., Карамнова Н.С., Шальнова С.А. и др. Эмпирические модели питания в российской популяции и факторы риска хронических неинфекционных заболеваний (исследование ЭСЦЕ-РФ) // Вопросы питания. 2019. Т. 88. № 6. С. 22–33. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10061
- Веселов Ю.В., Цзинь Ц., Лебединцева Л.А. Социальные практики питания и здоровье населения (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области). Дискурс. 2018. Т. 4. № 1. С. 61–70. doi: 10.32603/2412-8562-2018-4-1-61-70
- Горбачев Д.О. Гигиеническая оценка рисков здоровью трудоспособного населения, обусловленных питанием // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 9 (318). С. 33–39. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-33-39>
- Засимова Л.С., Четаева К.Г. Влияние питания на продолжительность жизни в российских регионах. Вопросы статистики. 2023. Т. 30. № 5. С. 53–66. doi: 10.34023/2313-6383-2023-30-5-53-66
- Антонова Н.Л., Латышев Д.М. Практики питания: понятие, виды, функции // Koinon. 2021. Т. 2. № 4. С. 51–61. doi: 10.15826/koinon.2021.02.4.039
- Джи Канг, Росалам Че Ме, Хайрул Манаму Камарудин, Рухайзин Сулайман 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
- Минина В.Н., Иванова М.С., Ганскау Е.Ю. Здоровое питание в контексте повседневной жизни россиян // Журнал социологии и социальной антропологии. 2018. Т. 21. № 4. С. 182–202. doi: 10.31119/jssa.2018.21.4.8
- Носкова А.В. Питание как объект социологии и маркер социального неравенства // Вестник Института социологии. 2015. Т. 6. № 3. С. 49–64.
- Шардин С.А., Павловских А.Ю., Шардина Л.А. Особенности отношения к своему здоровью у взрослого населения России: гендерные и возрастные аспекты // Вестник УГМУ. 2016. № 1–2. С. 134–141.
- Логунова Л.Ю., Маженина Е.А. Социокультурный анализ практик питания в системе жизнеобеспечения: традиции и современность // Научный результат. Социология и управление. 2019. Т. 5. № 4. С. 47–57. doi: 10.18413/2408-9338-2019-5-4-0-5
- Лебедева-Несевря Н.А., Барг А.О., Корнилицына М.Д. Критерии потребительского выбора пищевой продукции в контексте анализа рисков для здоровья // Анализ риска здоровью. 2024. № 3. С. 45–54. doi: 10.21668/health.risk/2024.3.06
- Результаты выборочного социологического опроса населения Российской Федерации // Социология власти. 2009. № 2. С. 37–52.
- Зыбуновская Н.В., Покида А.Н. Результаты выборочного социологического опроса населения по исследованию «Здоровый образ жизни как социальная ценность и реальная практика» // Социология власти. 2010. № 7. С. 56–66.
- Покида А.Н. Физическая культура и спорт как основа здорового образа жизни россиян // Социальная политика и социальное партнерство. 2013. № 7. С. 67–75.
- Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Культура питания российского населения (по результатам социологического исследования) // Здоровье населения и среда обитания. 2022. № 2. С. 13–22. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-2-13-22
- Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Практика самолечения российского населения в современных условиях // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 2. С. 15–26. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-2-15-26
- 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. Т. 32. № 1. С. 15–27. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-15-27
- Игнатович К.И., Снегирев С.Н. Привычка как способ формирования здорового образа жизни у студенческой молодежи // Современные проблемы формирования здорового образа жизни студенческой молодежи: Материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции, Минск, 07–08 октября 2021 года. Минск: Белорусский государственный университет, 2021. С. 62–67.
- Walton K, Horton NJ, Rifas-Shiman SL, et al. Exploring the role of family functioning in the association between frequency of family dinners and dietary intake among adolescents and young adults. *JAMA Netw Open*. 2018;1(7):e185217. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.5217
- Ghufran M, Ali S, Ariyesti FR, Nawaz MA, Aldieri L, Xiaobao P. Impact of COVID-19 to customers switching intention in the food segments: The push, pull and mooring effects in consumer migration towards organic food. *Food Qual Prefer*. 2022;99:104561. doi: 10.1016/j.foodqual.2022.104561
- Ljubičić M, Matek Sarić M, Klarin I, et al. Emotions and food consumption: Emotional eating behavior in a European population. *Foods*. 2023;12(4):872. doi: 10.3390/foods12040872
- Барг А.О., Сирковская Т.В. Пандемия и питание: анализ пищевого поведения россиян в контексте здоровьесбережения // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 2. С. 18–25. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-18-25
- Карамнова Н.С., Рытова А.И., Швабская О.Б. и др. Ассоциированы ли потребление алкогольных напитков и характер питания во взрослой популяции? Результаты Российского эпидемиологического исследования ЭСЦЕ-РФ // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021. Т. 20. № 4. С. 6–18. doi: 10.15829/1728-8800-2021-2883
- Khatatbeh M, Momani W, Altaani Z, Al Saad R, Al Buraiah AR. Fast food consumption, liver functions, and change in body weight among university students: A cross-sectional study. *Int J Prev Med*. 2021;12:109. doi: 10.4103/ijpvm.IJPVM_194_19
- Siddiqi Z, Karoli R, Fatima J, Khanduri S, Varshneya S, Ahmad SS. Soft drinks consumption and the risk of nonalcoholic fatty liver disease. *J Assoc Physicians India*. 2017;65(5):28–32.
- Nadeem IM, Shanmugaraj A, Sakha S, Horner NS, Ayeni OR, Khan M. Energy drinks and their adverse health effects: A systematic review and meta-analysis. *Sports Health*. 2021;13(3):265–277. doi: 10.1177/1941738120949181
- Kaldenbach S, Hysing M, Strand TA, Sivertsen B. Energy drink consumption and sleep parameters in college and university students: A national cross-sectional study. *BMJ Open*. 2024;14(2):e072951. doi: 10.1136/bmjopen-2023-072951
- Costantino A, Maiese A, Lazzari J, et al. The dark side of energy drinks: A comprehensive review of their impact

- on the human body. *Nutrients*. 2023;15(18):3922. doi: 10.3390/nu15183922
30. Ajibo C, Van Griethuysen A, Visram S, Lake AA. Consumption of energy drinks by children and young people: A systematic review examining evidence of physical effects and consumer attitudes. *Public Health*. 2024;227:274–281. doi: 10.1016/j.puhe.2023.08.024
 31. Шалыгин Л.Д., Еганян Р.А. Энергетические напитки – реальная опасность для здоровья детей, подростков, молодежи и взрослого населения. Часть 1. Состав энергетических напитков и влияние на организм их отдельных компонентов // Профилактическая медицина. 2016. Т. 19. № 1. С. 56–63. doi: 10.17116/profmed201619156-63
 32. Tarragon E. Alcohol and energy drinks: Individual contribution of common ingredients on ethanol-induced behaviour. *Front Behav Neurosci*. 2023;17:1057262. doi: 10.3389/fnbeh.2023.1057262
 33. Kaur A, Yousuf H, Ramgobin-Marshall D, Jain R, Jain R. Energy drink consumption: A rising public health issue. *Rev Cardiovasc Med*. 2022;23(3):83. doi: 10.31083/j.rcm2303083
 34. ЩербакOVA В.А., Мелихова Е.П. Анализ состава энергетических напитков и их влияние на здоровье студенческой молодежи // Российский вестник гигиены. 2022. № 2. С. 42–45. doi: 10.24075/rbh.2022.041
- ### REFERENCES
1. Tutelyan VA. Healthy food for public health. *Obshchestvennoe Zdorov'e*. 2021;1(1):56–64. (In Russ.) doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64
 2. Maksimov SA, Karamnova NS, Shalnova SA, et al. Empirical dietary patterns in the Russian population and the risk factors of chronic non-infectious diseases (Research ECVD-RF). *Voprosy Pitaniya*. 2019;88(6):22–33. (In Russ.) doi: 10.24411/0042-8833-2019-10061
 3. Veselov YuV, Jin Ju, Lebedintseva LA. Social practices of nutrition and public health (St. Petersburg and the Leningrad Region). *Discourse*. 2018;1(1):61–70. (In Russ.)
 4. Gorbachev DO. Hygienic assessment of risks to health of the working-age population due to nutrition. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2019;9(9):33–39. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-33-39>
 5. Zasimova LS, Chetaeva KG. Impact of nutrition on life expectancy in Russian regions. *Voprosy Statistiki*. 2023;30(5):53–66. (In Russ.) doi: 10.34023/2313-6383-2023-30-5-53-66
 6. Antonova NL, Latyshev DM. Feeding practices: The concept, types, and functions. *Koinon*. 2021;2(4):51–61. (In Russ.) doi: 10.15826/koinon.2021.02.4.039
 7. Kang J, Me RC, Kamarudin KM, Sulaiman R. Healthy lifestyle as a way to manage health risks: Components and factors. Analytical review. *Health Risk Analysis*. 2023;4(4):158–171. doi: 10.21668/health.risk/2023.4.15.eng
 8. Minina V, Ivanova M, Ganskau E. Healthy eating in the context of Russians' everyday life. *Zhurnal Sotsiologii i Sotsialnoy Antropologii*. 2018;21(4):182–202. (In Russ.) doi: 10.31119/jssa.2018.21.4.8
 9. Noskova AV. Food as a sociology object and a social inequality marker. *Vestnik Instituta Sotsiologii*. 2015;6(3):49–64. (In Russ.)
 10. Shardin SA, Pavlovskiyh DJ, Shardina LA. Attitudes towards their health of the Russian population: Gender and age aspects. *Vestnik UGMU*. 2016;1(2):134–141. (In Russ.)
 11. Logunova LYu, Mazhenina EA. Socio-cultural analysis of the nutrition practice in a system of life support: Traditions and modern times. *Nauchnyy Rezul'tat*. 2021;5(4):47–57. (In Russ.) doi: 10.18413/2408-9338-2019-5-4-0-5
 12. Lebedeva-Nesevria NA, Kornilitsyna MD, Barg AO. Criteria that determine consumer choice of food products within health risk analysis. *Health Risk Analysis*. 2024;3(3):45–54. doi: 10.21668/health.risk/2024.3.06.eng
 13. [Results of a selective sociological survey of the population of the Russian Federation.] *Sotsiologiya Vlasti*. 2009;2(2):37–52. (In Russ.)
 14. Zybunovskaya NV, Pokida AN. [Results of a selective sociological survey of the population within the study "Healthy lifestyle as a social value and real practice".] *Sotsiologiya Vlasti*. 2010;7(7):56–66. (In Russ.)
 15. Pokida AN. [Physical education and sport as the basis of a healthy lifestyle of Russians]. *Sotsial'naya Politika i Sotsial'noe Partnerstvo*. 2013;7(7):67–75. (In Russ.)
 16. Pokida AN, Zybunovskaya NV. Food culture of the Russian population: Results of a sociological survey. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(2):13–22. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-2-13-22
 17. Pokida AN, Zybunovskaya NV. Current self-medication practices among the Russian population. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(2):15–26. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-2-15-26
 18. 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
 19. Ilnatovich KI, Snegiryov SN. Habit as a way of forming a healthy lifestyle among students. In: Pantyuk IV, ed. *Contemporary Problems of Forming a Healthy Lifestyle of Student Youth: Proceedings of the Fourth International Scientific and Practical Online Conference, Minsk, October 7–8, 2021*. Minsk: Belorussian State University; 2021:62–67. (In Russ.)
 20. Walton K, Horton NJ, Rifas-Shiman SL, et al. Exploring the role of family functioning in the association between frequency of family dinners and dietary intake among adolescents and young adults. *JAMA Netw Open*. 2018;1(7):e185217. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.5217
 21. Ghufuran M, Ali S, Ariyesti FR, Nawaz MA, Aldieri L, Xiaobao P. Impact of COVID-19 to customers switching intention in the food segments: The push, pull and mooring effects in consumer migration towards organic food. *Food Qual Prefer*. 2022;99:104561. doi: 10.1016/j.foodqual.2022.104561
 22. Ljubičić M, Matek Sarić M, Klarin I, et al. Emotions and food consumption: Emotional eating behavior in a European population. *Foods*. 2023;12(4):872. doi: 10.3390/foods12040872
 23. Barg AO, Sirkovskaya TV. Pandemic and nutrition: Analysis of eating behavior of Russians in the context of health maintenance. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(2):18–25. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-18-25
 24. Karamnova NS, Rytova AI, Shvabskaya OB, et al. Association of alcohol consumption and dietary patterns in the adult population: Data from the ESSE-RF study. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika*. 2021;20(4):6–18. (In Russ.) doi: 10.15829/1728-8800-2021-2883
 25. Khatatbeh M, Momani W, Altaani Z, Al Saad R, Al Bourah AR. Fast food consumption, liver functions, and change in body weight among university students: A cross-sectional study. *Int J Prev Med*. 2021;12:109. doi: 10.4103/ijpvm.IJPVM_194_19
 26. Siddiqi Z, Karoli R, Fatima J, Khanduri S, Varshneya S, Ahmad SS. Soft drinks consumption and the risk of

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-7-21>
Original Research Article

- nonalcoholic fatty liver disease. *J Assoc Physicians India*. 2017;65(5):28-32.
27. Nadeem IM, Shanmugaraj A, Sakha S, Horner NS, Ayeni OR, Khan M. Energy drinks and their adverse health effects: A systematic review and meta-analysis. *Sports Health*. 2021;13(3):265-277. doi: 10.1177/1941738120949181
 28. Kaldenbach S, Hysing M, Strand TA, Sivertsen B. Energy drink consumption and sleep parameters in college and university students: A national cross-sectional study. *BMJ Open*. 2024;14(2):e072951. doi: 10.1136/bmjopen-2023-072951
 29. Costantino A, Maiese A, Lazzari J, et al. The dark side of energy drinks: A comprehensive review of their impact on the human body. *Nutrients*. 2023;15(18):3922. doi: 10.3390/nu15183922
 30. Ajibo C, Van Griethuysen A, Visram S, Lake AA. Consumption of energy drinks by children and young people: A systematic review examining evidence of physical effects and consumer attitudes. *Public Health*. 2024;227:274-281. doi: 10.1016/j.puhe.2023.08.024
 31. Shalygin LD, Eganyan RA. Energy drinks are a real danger to the health of children, adolescents, young people, and adult population. Part 1. Composition of energy drinks and the effect of their individual components on the organism. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2016;19(1):56-63. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed201619156-63
 32. Tarragon E. Alcohol and energy drinks: Individual contribution of common ingredients on ethanol-induced behaviour. *Front Behav Neurosci*. 2023;17:1057262. doi: 10.3389/fnbeh.2023.1057262
 33. Kaur A, Yousuf H, Ramgobin-Marshall D, Jain R, Jain R. Energy drink consumption: A rising public health issue. *Rev Cardiovasc Med*. 2022;23(3):83. doi: 10.31083/j.rcm2303083
 34. Shcherbakova VA, Melikhova EP. Analyzing the composition of energy drinks and the effect that they can have on students. *Rossiyskiy Vestnik Gigieny*. 2022;(2):42-45. (In Russ.) doi: 10.24075/rbh.2022.041

Сведения об авторах:

✉ **Покида** Андрей Николаевич – к.соц.н., директор; e-mail: pokida@ranepa.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5439-3503>.

Зыбуновская Наталья Владимировна – научный сотрудник; e-mail: nzyb@ranepa.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-8590>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования, сбор данных: *Покида А.Н.*; анализ и интерпретация результатов, подготовка рукописи: *Покида А.Н., Зыбуновская Н.В.*; обзор литературы: *Зыбуновская Н.В.* Оба автора ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

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

Финансирование: Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС (Рег. № НИОКТР 1023040200072-7, 2024 г.).

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

Статья получена: 02.11.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

✉ **Andrei N. Pokida**, Cand. Sci. (Sociol.), Director; e-mail: pokida@ranepa.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5439-3503>.
Natalia V. Zybunovskaya, Research Fellow; e-mail: nzyb@ranepa.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-8590>.

Author contributions: study conception and design, data collection: *Pokida A.N.*; analysis and interpretation of results, draft manuscript preparation: *Pokida A.N., Zybunovskaya N.V.*; bibliography compilation and referencing: *Zybunovskaya N.V.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The article was prepared as part of the RANEPa state assignment research program (Registration No. 1023040200072-7, 2024).

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

Received: November 2, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024



Стратегии самоуправления здоровым образом жизни обучающихся спортивных школ

Ю.В. Шмарион, М.В. Дегтярева

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семёнова-Тянь-Шанского»,
ул. Ленина, д. 42, г. Липецк, 398020, Российская Федерация

Резюме

Введение. Современное состояние общества, темпы его развития предъявляют высокие требования к здоровью человека. Формирование здорового образа жизни старшеклассников-спортсменов имеет свои особенности, связанные с их особым образом жизни и требованиями, диктуемыми соответствующим занимаемым спортом.

Цель исследования. Выявление стратегий самоуправления здоровым образом жизни обучающихся спортивных школ и разработка рекомендаций по их усовершенствованию.

Материалы и методы. Анкетирование осуществлялось традиционным способом в мае 2024 г. Выборочная совокупность составляет 202 обучающихся спортивных школ города Липецка. Выборка многоступенчатая, с квотной выборкой на последней ступени. Наряду с анкетированием использовался анализ документов, частотный анализ.

Результаты. Анализ данных показал, что адекватное понимание здорового образа жизни сформировано только у 32,7 % обучающихся спортивных школ. Установлено, что у части учащихся-спортсменов отсутствуют знания, умения и навыки анализа важных составляющих здорового образа жизни: 40,1 % обучающихся пренебрегают анализом питания, 51,5 % – анализом сна, 25,2 % – анализом физической активности. В зависимости от стратегий питания, физической активности и активного взаимодействия с тренером, родителями и друзьями выявлено три типа стратегий самоуправления: «отличная», «хорошая» и «удовлетворительная», показатели которых стали основанием для разработки рекомендаций по их усовершенствованию. Наивысшую самооценку по 12 показателям получила «отличная» управленческая стратегия, которая строится в первую очередь на высокой поддержке со стороны тренера, семьи и друзей.

Заключение. В ходе исследования были выявлены основные структурные элементы стратегии самоуправления здорового образа жизни старшеклассников-спортсменов. Для каждой составляющей управленческой стратегии идентифицированы ключевые параметры, характеризующие сложившуюся «позитивную» и «негативную» стратегии, на базе которых разработаны рекомендации когнитивного, организационно-управленческого и информационного характера по усовершенствованию этих стратегий самоуправления.

Ключевые слова: стратегии самоуправления здорового образа жизни учащихся-спортсменов, стратегии питания, сна, физической активности.

Для цитирования: Шмарион Ю.В., Дегтярева М.В. Стратегии самоуправления здоровым образом жизни обучающихся спортивных школ // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 22–31. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-22-31

Healthy Lifestyle Self-Management Strategies of Sports School Students

Yuri V. Shmarion, Maria V. Degtyareva

Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky,
42 Lenin Street, Lipetsk, 398020, Russian Federation

Summary

Introduction: The current state of society and the pace of its development make high demands on human health. Formation of a healthy lifestyle of high school student athletes has its own peculiarities associated with their specific way of life and sport-related requirements.

Objectives: To identify strategies of healthy lifestyle self-management of sports school students and to develop recommendations for their improvement.

Materials and methods: The questionnaire-based survey was conducted in May 2024. The sample consisted of 202 students of sports schools of the city of Lipetsk. The sample was multistage, with quota sampling at the final stage. Along with the questionnaire-based survey, document analysis and frequency analysis were used.

Results: The data analysis showed that adequate understanding of a healthy lifestyle was formed only in 32.7 % of the sports school students. We found that some student athletes lacked knowledge, skills, and abilities to analyze important components of a healthy lifestyle: 40.1 %, 51.5 %, and 25.2 % of the students neglected the analysis of nutrition, sleep, and physical activity, respectively. Depending on the strategies of nutrition, physical activity, and active interaction with the coach, parents and friends, three types of self-management strategies rated as “excellent”, “good”, and “satisfactory” were identified, the indicators of which became the basis for the development of recommendations for their improvement. The highest self-assessment based on 12 indicators was given to the “excellent” management strategy, which was based primarily on a high level of support from the coach, family, and friends.

Conclusion: The study revealed the main structural elements of the healthy lifestyle self-management strategy of high school student athletes. For each component of the management strategy, the key parameters describing the existing “positive” and “negative” strategies were identified, on the basis of which recommendations of cognitive, organizational, managerial, and informational nature were developed to improve these self-management strategies.

Keywords: healthy lifestyle self-management strategies, student athletes, strategies of nutrition, sleep, physical activity.

Cite as: Shmarion YuV, Degtyareva MV. Healthy lifestyle self-management strategies of sports school students. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):22–31. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-22-31

Введение. Здоровье населения является одной из ключевых проблем современного общества. Формирование здорового образа жизни (ЗОЖ) среди учащейся молодежи является одним из актуальных направлений работы образовательных учреждений, так как подрастающее поколение находится в процессе формирования своих жизненных ценностей и установок, включая отношение к своему здоровью. Исследованию актуальных проблем ЗОЖ посвящено огромное количество работ отечественных и зарубежных специалистов в области здравоохранения, социологии и физической культуры. Исследованию проблем формирования ЗОЖ учащихся общеобразовательных и спортивных школ посвящены работы отечественных ученых, таких как Пузики В.В. [1], Малах О.Н., Глинка Д.Д., Дударев А.Н. [2], педагоги МБУДО «ДЮСШ по плаванию» г. Гагарина Смоленской области, Пронюшкина Т.Г., Уколова О.Н. [3] и другие. Активно ведутся подобные исследования зарубежными специалистами: учеными немецкого Института Роберта Коха [4], Hörker T, Lampert T, Spallek J. [5], учеными Великобритании Brooke HL, Corder K, Griffin SJ, van Sluijs EM. [6], учеными Чешской республики Neil-Sztramko SE, Caldwell H, Dobbins M. [7], китайскими учеными Тяньцзиньского медицинского университета (Китай) совместно с учеными Университета Гронингена (Нидерланды) [8] и другими. Результаты данных исследований ЗОЖ молодежи и особенно учащейся молодежи, свидетельствует о том, что проблема формирования ЗОЖ в образовательных учреждениях пока не находит своего разрешения. Учебные программы формирования ЗОЖ учащейся молодежи, ориентированные на объект-субъектное взаимодействие, не обладают высокой эффективностью в условиях современной жизни. Недостаточно внимания уделяется вопросам социального управления и самоуправления процесса формирования ЗОЖ учащейся молодежи.

Актуальность исследования стратегий самоуправления здоровым образом жизни обучающихся спортивных школ определяется тем, что перед данной социальной группой стоит сложная задача не только овладения технологиями здорового образа жизни, но и достижения определенных спортивных результатов при условии сохранения здоровья, с одной стороны, а также недостаточной изученностью вопросов управленческих стратегий и стратегий самоуправления ЗОЖ учащихся спортивных школ, позволяющих использовать имеющиеся ресурсы самоуправления конкретной личности и овладения технологиями ЗОЖ – с другой стороны.

Целью исследования является оценка уровня развития стратегий самоуправления здоровым образом жизни обучающихся спортивных школ г. Липецка.

Материалы и методы. Эмпирические данные были получены авторами методом анкетирования в течение мая 2024 г. Анкеты на бумажном носителе заполняли добровольно согласившиеся учащиеся спортивных школ г. Липецка по месту их обучения в свободное от занятий время. Критериями включения в исследование стали: возраст от 14 до 17

лет, добровольное информированное согласие на участие в исследовании и корректно заполненные пункты анкеты. Анкета включала закрытые вопросы о соблюдении основных принципов питания, сна, физической активности; затратах времени в течение суток на сон, учебу, тренировки, отдых, использование гаджетов; частоте прохождения медосмотров; мотивах занятий спортом; участии в спортивных соревнованиях; о роли родителей, друзей и тренера в ЗОЖ и в спорте, об интересе к литературе о ЗОЖ и о спорте; затратах времени на дорогу в спортивную школу, об общей оценке учащегося спортивной школы к его здоровому образу жизни, необходимые для самооценки ЗОЖ учащихся спортивных школ. Основными критериями оценки стратегий самоуправления здоровым образом жизни обучающихся спортивных школ были: самооценка реализация в рамках ЗОЖ основных принципов физической активности, питания, сна; роль семьи, друзей и тренера в осуществлении ЗОЖ, способности актора самостоятельному принятию решений при реализации ЗОЖ. Респонденты проводили самооценку по 12 показателям, используя 10-балльную шкалу оценивания: своего физического и психологического состояния, поддержки со стороны семьи, друзей, тренера и ряда других показателей. Перед анкетированием было проведено пилотное исследование, которое подтвердило валидность разработанного инструментария. Генеральная совокупность составляет 1190 обучающихся спортивных школ города Липецка 2006–2010 годов рождения. Выборочная совокупность составляет 202 обучающихся. Тип выборки: многоступенчатая выборка, с квотной выборкой на последней ступени. Методом основного массива из десяти муниципальных бюджетных образовательных учреждений дополнительного образования города Липецка было выбрано восемь с подобными воспитательными и образовательными процессами. При расчете выборки учитывался процент посещаемости. Используемые методы: метод анкетирования, метод работы с документами (сайты спортивных школ). В исследовании приняли участие 47 % девочек и 53 % мальчиков. В свою очередь, большая часть опрошенных посещает спортивные школы более 5 лет (34,2 %), 1–3 года (28,2 %), 3–5 лет (27,2 %), наименьшая часть опрошенных посещает спортивные школы менее года (10,4 %). На момент анкетирования школу посещают 84,2 % опрошенных, а колледж или техникум – 15,8 %. Статистическая обработка эмпирических данных осуществлялась при помощи пакета программ SPSS. При анализе эмпирических данных использовался метод частотного анализа.

Результаты. Знание сущностных основ ЗОЖ помогает определить цель ЗОЖ и однозначно понимать, какие действия следует выполнять для достижения наилучшего результата, а какие могут привести к ухудшению состояния здоровья. Анализ эмпирических данных показал, что только 32,7 % учащихся спортивных школ понимают, что ЗОЖ – это индивидуальная система поведения, направленная на сохранение и укрепление здоровья, т. е. они ориентированы на самоуправление (учащийся является

и объектом управления, и субъектом) в реализации собственно сформированной цели вести ЗОЖ. Более трети (35,1 %) считают, что ЗОЖ – это перечень мероприятий, направленных на укрепление и сохранение здоровья, они выступают объектом управления и реализуют чужую цель, которую сформулировал для всего класса школьный учитель или для спортивных групп тренер, которые в данном случае выступают субъектом управления. Респонденты (26,3 %), которые воспринимают ЗОЖ однобоко, как занятия физической культурой, не воспринимают ЗОЖ как системную структуру, практически становясь объектом управления в системе образовательных учреждений. Те, кто считает, что ЗОЖ – это лечебно-оздоровительный комплекс мероприятий (5,9 %), реализующих цель специалиста лечебного учреждения. Полученные данные свидетельствуют о том, что воспитанники спортивных школ недостаточно осведомлены о понятии здорового образа жизни. В ходе исследования были выявлены основные структурные элементы стратегии самоуправления ЗОЖ (стратегия, питания, стратегия сна, стратегия физической активности), они являются ключевыми и определяют уровень ЗОЖ учащихся-спортсменов.

Важность питания для молодежи общеизвестна. В результате анализа данных самооценки показателей стратегии питания определены по критерию частоты реализации важных составляющих процесса питания две стратегии питания школьников-спортсменов (см. табл. 1).

Одна из них характеризуется в большей степени регулярностью (84,2 %), сбалансированностью (86,6 %) приемов пищи и соблюдением водного баланса (81,7 %) и может быть определена как позитивная. Другая стратегия питания характеризуется наличием частых перекусов (46,5 %), фастфуда и газированных напитков (34,7 %) в рационе

опрошенных, а также недостаточным вниманием, уделяемым анализу процесса питания (40,1 %), и может определяться как негативная стратегия.

Пищевые добавки (мультивитамины, железо, йод, омега-3 и др.) позволяют восполнять дефицит питательных веществ в организме. Две трети респондентов согласны (32,7 %) или скорее согласны (34,2 %) с тем, что пищевые добавки помогают вести ЗОЖ, почти у половины (46 %) из них пищевые добавки присутствуют в рационе. Достаточно высокий процент респондентов, затрудняющихся в ответе (15,8 %), говорит о недостаточной информированности подростков о пищевых добавках, их пользе и вреде.

Сон для старшеклассников-спортсменов очень важен, так как он влияет не только на общие показатели здоровья, но и на спортивные результаты. По результатам исследования можно охарактеризовать позитивную стратегию управления режимом сна (т. е. одно и то же время засыпания и подъема) – 79,7 %, продолжительностью сна (не менее 8 часов) – 46,5 % и соблюдением условий при засыпании (темная и прохладная комната) – 76,7 % (см. табл. 2).

Негативная стратегия управления режимом сна определяется тем, что перед сном подростки пользуются гаджетами (52,0 %). Такая практика вредна, поскольку экраны гаджетов излучают синий свет, который подавляет выработку мелатонина – гормона, отвечающего за регуляцию сна и бодрствования. А также молодые спортсмены не анализируют свой сон (51,5 %). С точки зрения управления ЗОЖ анализ является важным компонентом управленческой стратегии, позволяющим выявить проблемы и решить их, понять какие факторы влияют на процесс осуществления ЗОЖ.

Рациональная физическая активность старшеклассников-спортсменов является базовой

Таблица 1. Параметры стратегий питания обучающихся спортивных школ города Липецка, %

Table 1. Parameters of nutrition strategies of the Lipetsk sports school students, %

Характеристики самооценки стратегии питания / Characteristics of self-assessment of the nutrition strategy	Параметры стратегии / Strategy parameters, %	
	«позитивная» / "positive"	«негативная» / "negative"
Разнообразие пищи (баланс БЖУ) / Varied and balanced diet	86,6	10,9
Регулярность приема пищи / Regular meals	84,2	14,9
Водный баланс / Water balance	81,7	17,8
Избегание перекусов / Avoiding snacking	51,5	46,5
Ограничение фастфуда и газированных напитков / Restriction of fast food and carbonated soft drinks	63,9	34,7
Анализ питания / Nutrition analysis	55,0	40,1

Таблица 2. Параметры стратегий сна обучающихся спортивных школ города Липецка, %

Table 2. Parameters of sleep strategies of the Lipetsk sports school students, %

Характеристики самоанализа стратегии сна / Characteristics of introspection of sleep strategy	Параметры стратегии / Strategy parameters, %	
	«позитивной» / "positive"	«негативной» / "negative"
Режим сна (одно и то же время засыпания и подъема) / Sleep scheduling	79,7	20,3
Продолжительность сна (не менее 8 часов) / Sleep duration (at least 8 hours)	76,7	22,3
Темная и прохладная комната / A dark and cool room	65,8	34,2
Отсутствие гаджетов перед сном / No electronic device use before bedtime	47,0	52,0
Анализ сна / Sleep analysis	44,6	51,5

компонентой управленческой стратегии их здорового образа жизни, которая не только обеспечивает укрепление здоровья, но и способствует достижению желаемых спортивных результатов, формирует позитивные личностные качества, а также создает оптимальные условия для всестороннего развития обучающихся спортивных школ. Картина позитивной стратегии физической активности как составляющей управленческой стратегии ЗОЖ выглядит следующим образом: значительно преобладают регулярные тренировки (95,5 %), анализ тренировок (70,8 %), ежедневная ходьба пешком не менее 10 000 шагов (73,8 %) и зарядка по утрам (60,9 %) занимает среднюю позицию (см. табл. 3).

Негативная стратегия физической активности в большей степени характеризуется тем, что учащиеся-спортсмены предпочитают не заниматься утренней зарядкой (38,6 %), в то время как зарядка по утрам является важной составляющей ЗОЖ, она позволяет подготовить организм к предстоящим физическим нагрузкам в течение дня, повышает выносливость, улучшает концентрацию и внимание.

Фактор времени является одной из ключевых составляющих ЗОЖ. Рациональное распределение времени важно с точки зрения управления ЗОЖ. Правильное распределение времени ведет к высокой эффективности в достижении поставленных целей. Если цели связаны с освоением ЗОЖ, правильное распределение времени поможет добиться желаемых результатов без вреда для здоровья. В соответствии с полученными данными большая часть обучающихся спортивных школ распределяют свое время следующим образом: в сутки на сон отведено 6–8 часов (55,9 %), учебе уделяется 3–5 часов (50,5 %), тренируются спортсмены в среднем 1–3 часа (69,2 %), на время для отдыха тратят в большей степени 1–3 часа (39,1 %), а время, проведенное в гаджетах, чаще всего составляет также 1–3 часа (45,1 %).

Медицинские обследования необходимы для контроля состояния здоровья, играют важную роль в реализации ЗОЖ и позволяют персонализировать управленческую стратегию ЗОЖ. Спортсмены могут консультироваться у врачей по вопросам ЗОЖ, получать рекомендации по питанию, физической активности и др. Установлено, что 64,4 % респондентов проходят медосмотры регулярно, 24,3 % – иногда и лишь 11,4 % редко проходят медицинские обследования. Чаще всего инициатором прохождения медосмотра становится спортивная школа (76,2 %), реже – родители (13,9 %) и сам респондент (9,9 %).

Вредные привычки неблагоприятно влияют на состояние здоровья обучающихся спортивных

школ. Установлено, что алкоголем и курением злоупотребляют лишь 1,5 и 2,0 % обучающихся спортивных школ соответственно.

Анализ мотивов посещения спортивных школ учащимися показал, что доминирующей мотивацией для подростков становится получение удовольствия и радости от занятия спортом (62,9 %), практически в равных долях молодых спортсменов мотивируют посещать спортивные школы: выезды на соревнования и сборы (37,1 %), причастность к команде своего вида спорта (36,6 %), цель жизни – стать успешным спортсменом (34,2 %) и желание быть здоровым (33,7 %). Для четверти опрошенных (24,3 %) мотивацией является получение удовольствия от победы на соревнованиях. Причину посещения спортивной школы «спорт – это модно» считают значимой лишь 5,4 % респондентов.

Спортивные школы играют важную роль в становлении управленческих стратегий ЗОЖ обучающихся спортивных школ, поскольку именно в условиях спортивных школ вырабатываются актуальные для реализации ЗОЖ личностные качества: самоорганизация, самоуправление, дисциплинированность, целеустремленность и т. п. Отметим, что эффективность освоения ЗОЖ зависит не только от мотивов посещения спортивной школы, но и от многих других факторов, включая индивидуальные особенности обучающегося, качество программы спортивной школы, поддержку со стороны тренеров и родителей, а также личные цели и мотивацию обучающегося.

Учащиеся по собственному желанию записываются в спортивную школу и берут на себя обязательство регулярно посещать спортшколу. Однако, как утверждают 90,6 % респондентов, в большей степени посещение спортивной школы строго контролируется тренером. Кроме того, 70,6 % респондентов утверждают, что в спортшколе часто происходит информирование спортсменов о ЗОЖ, 25,3 % утверждают, что информирование происходит лишь время от времени. Больше половины опрошенных регулярно участвуют в соревнованиях (64,4 %), что служит мощной мотивацией к формированию эффективной стратегии самоуправления ЗОЖ.

Семья является важным фактором при построении управленческой стратегии ЗОЖ. Родители (98,5 %) поддерживают детей в занятии спортом, мотивируя своим примером (60,4%), контролируя важные составляющие ЗОЖ (70,9 %). Неоднозначными оказались показатели, касающиеся присутствия родителей на соревнованиях. Реализуются два подхода, зависящих от личностных качеств ребенка.

Таблица 3. Параметры стратегий физической активности обучающихся спортивных школ города Липецка, %
Table 3. Parameters of physical activity strategies of the Lipetsk sports school students, %

Характеристики самооценки стратегии физической активности / Characteristics of self-assessment of physical activity strategy	Параметры стратегии / Strategy parameters, %	
	«позитивная» / "positive"	«негативная» / "negative"
Зарядка по утрам / Morning exercises	60,9	38,6
Ежедневная ходьба (>10 тыс. шагов) / Daily walking (>10 thousand steps)	73,8	24,7
Регулярные тренировки / Regular training	95,5	4,5
Анализ тренировок / Training analysis	70,8	25,2

Первый подход заключается в том, что родители (54,9 %) ездят на соревнования со своими детьми и это связано с потребностью детей в их поддержке. А второй подход строится на доверии со стороны родителей (21,6 %). При таком подходе ребенок, желая проявить свою самостоятельность, в меньшей мере нуждается в поддержке и родителям не обязательно ездить с ним на соревнования. Благодаря положительной динамике включенности родителей в спортивную жизнь детей можно прогнозировать высокую результативность детей в поставленных целях реализации ЗОЖ.

Тренер и близкие друзья, как и семья, воздействуют на подростка в момент принятия решений, связанных с ЗОЖ. Друзья респондентов ведут здоровый образ жизни (85,2 %) и одобряют их занятия спортом (95,3 %). Респонденты отмечают (96,6 %), что тренер мотивирует их соблюдать ЗОЖ и является для них примером в ведении ЗОЖ (93,5 %).

Выстраивая индивидуальные стратегии самоуправления ЗОЖ (79,7 %), учащиеся-спортсмены дополнительно интересуются информацией о здоровье, спорте и ЗОЖ из книг/блогов/интернета/семинаров, а 69,4 % респондентов активно используют гаджеты для контроля сна, тренировок, сердцебиения, давления и других параметров.

В практике организации спортивных школ часто используется понятие «шаговой доступности». На вопрос «Вам удобно добираться до спортивной школы?» 68,8 % ответили «Да», 25,2 % – «Скорее да» – это говорит о том, что в городе созданы условия для того, чтобы детям было удобно добираться до школы. Также это подтверждает то, что 43,6 % обучающихся спортивных школ ходят на тренировки пешком, столько же добираются на автобусе. 52,5 % утверждают, что дорога на тренировку и обратно занимает в среднем 10–30 минут.

Респонденты в процессе анкетирования выполнили самооценку их управленческой стратегии ЗОЖ. В результате анализа данных было выявлено 3 характерные управленческие стратегии ведения ЗОЖ обучающихся спортивных школ города Липецка. Оценка 9–10 баллов характеризовала управленческую

стратегию «отлично» (см. табл. 4), 7–8 – «хорошо», 5–6 – «удовлетворительно» (см. табл. 5).

Управленческая стратегия, где уровень самооценки характеризуется оценкой «отлично» (см. табл. 4), строится в первую очередь на высокой поддержке со стороны профессионально подготовленного специалиста – тренера и родителей, которые в прошлом занимались спортом и сейчас ведут здоровый образ жизни, а также на поддержке друзей, ведущих здоровый образ жизни. В эффективности стратегии самоуправления ЗОЖ важным личностным качеством является способность учащегося-спортсмена самостоятельно принимать решения, которая является ключевым навыком для достижения успеха в реализации ЗОЖ, личной жизни, профессиональной деятельности. В такой стратегии физическое самочувствие и подготовка также оценивается достаточно высоко, это напрямую зависит от высокого уровня ежедневной физической активности и от уровня потребления полезных продуктов. В этой стратегии обозначены ближайшие задачи ее дальнейшего совершенствования: повышение уровня знаний о ЗОЖ, о качестве питания в целом, о стрессоустойчивости, а также достижение высокого уровня знаний и навыков вести здоровый образ жизни.

В управленческой стратегии, где спортсмены оценивают себя на оценку «хорошо», акцент делается на обеспечение в реализации стратегии ЗОЖ высокого уровня стрессоустойчивости, формирование навыков и умений вести ЗОЖ и обеспечение приемлемого качества питания. В данной стратегии учащиеся-спортсмены пытаются, не имея достаточного опыта самостоятельного принятия решения (без поддержки тренера, семьи и друзей), формировать автономно, системно несвязанно, базовые составляющие управленческой стратегии ЗОЖ: стратегии физической активности, стратегию питания и стратегию восстановительных процедур. В данной стратегии следует обратить внимание на низкие показатели: снижается уровень поддержки со стороны тренера на самую низшую позицию, поддержка друзей и семьи также оценивается

Таблица 4. Самооценка учащегося-спортсмена «отлично» управленческой стратегии ЗОЖ, %

Table 4. The excellent healthy lifestyle self-management strategy, %

Ранг фактора / Factor rank	Фактор «отличной» управленческой стратегии ЗОЖ / The factor of an excellent healthy lifestyle management strategy	Уровень влияния фактора, % / Factor influence level, %
1	Поддержка со стороны вашего тренера в сфере освоения ЗОЖ / Coach support in mastering a healthy lifestyle	78,7
2	Поддержка вашей семьи в освоении ЗОЖ / Family support in mastering a healthy lifestyle	68,8
3	Способности самостоятельно принимать решения / Ability to make independent decisions	56,4
4	Поддержка своих друзей в освоении ЗОЖ / Friend support in mastering healthy lifestyle	53,5
5	Свое физическое самочувствие / Personal physical well-being	50,5
6	Своя физическая подготовка / Personal physical training	49,5
7	Свой уровень ежедневной физической активности / Personal level of daily physical activity	48,0
8	Уровень потребления полезных продуктов / Level of consumption of healthy foods	44,6
9	Уровень знаний о ЗОЖ / Level of knowledge about a healthy lifestyle	43,6
10	Качество вашего питания / Diet quality	42,6
11	Уровень стрессоустойчивости / Level of stress resistance	41,6
12	Уровень навыков и умений вести ЗОЖ / Level of skills and abilities to lead a healthy lifestyle	40,1

Таблица 5. Самооценка учащегося-спортсмена «удовлетворительно» управленческой стратегии ЗОЖ, %
Table 5. The satisfactory healthy lifestyle self-management strategy, %

Ранг фактора / Factor rank	Факторы «удовлетворительной» управленческой стратегии ЗОЖ / Factors of a satisfactory healthy lifestyle management strategy	Уровень влияния фактора, % / Factor influence level, %
1	Уровень потребления полезных продуктов / Level of consumption of healthy foods	13,9
2	Качество вашего питания / Diet quality	13,4
3	Уровень стрессоустойчивости / Level of stress resistance	12,9
4	Своя физическая подготовка / Personal physical training	11,9
5	Уровень знаний о ЗОЖ / Level of knowledge about a healthy lifestyle	10,9
6	Уровень навыков и умений вести ЗОЖ / Level of skills and abilities to lead a healthy lifestyle	9,9
7	Свое физическое самочувствие / Personal physical well-being	9,4
8	Свой уровень ежедневной физической активности / Personal level of daily physical activity	9,4
9	Способности самостоятельно принимать решения / Ability to make independent decisions	7,9
10	Поддержка своих друзей в освоении ЗОЖ / Friend support in mastering healthy lifestyle	5,9
11	Поддержка вашей семьи в освоении ЗОЖ / Family support in mastering a healthy lifestyle	3,5
12	Поддержка со стороны вашего тренера в сфере освоения ЗОЖ / Coach support in mastering a healthy lifestyle	0,5

довольно низко. Способность самостоятельно принимать решения находится на той же позиции, что и поддержка ближайшего окружения. Анализируя стратегию в целом и сравнивая ее с предыдущей, можно сказать, что не так сильно оказывают влияние на самооценку знания и умения вести здоровый образ жизни, как поддержка со стороны людей, которые окружают спортсменов, и умения принимать самостоятельные решения, а значит действовать решительно в момент создания и реализации управленческой стратегии.

Отметим связь между умением принимать решения и поддержкой со стороны ближайшего окружения, которая показывает: чтобы подросток мог самостоятельно принимать решения, ему необходима поддержка со стороны семьи, близких друзей и тренера. Безусловно, решительность является важным фактором для реализации управленческой стратегии, но, чтобы при реализации выбранной стратегии не было нанесено вреда здоровью молодого спортсмена, необходимо повышать уровень знаний, умений и навыков ЗОЖ.

Третья стратегия, где самооценка оценивается «удовлетворительно», также имеет связь со способностями принимать самостоятельные решения и поддержкой близких (см. табл. 3).

В такой стратегии на первую позицию выходят уровень потребления полезных продуктов и соответственно качество питания. Уровень знаний, умений и навыков вести ЗОЖ занимают среднюю позицию. В этой стратегии поддержка со стороны тренера практически отсутствует.

Общая картина данной управленческой стратегии показывает, что низкая самооценка имеет место тогда, когда даже при наличии правильного питания, но без достаточных знаний о ведении ЗОЖ, без умения принимать самостоятельные решения и без поддержки семьи, тренера, близких друзей такая стратегия не приведет к желаемому результату.

Представленные выше стратегии доказывают особое влияние внешних факторов на управлен-

ческую стратегию. Иногда кажущиеся на первый взгляд неочевидными вещи становятся решающими, и наоборот, то, что кажется понятным и логичным, иногда обладает не столь высокой ценностью, особенно это касается управленческой деятельности.

На базе полученных эмпирических данных разработаны рекомендации по усовершенствованию управленческих стратегий ЗОЖ когнитивного характера, которые ориентированы на повышение знаниевого уровня организации и управления ЗОЖ и аналитической деятельности учащихся спортивных школ, информирование родителей об их роли в реализации ЗОЖ на семейном уровне; организационно-управленческого характера, направленные организацию и управление процесса реализации мероприятий ЗОЖ подростка на семейном уровне, и информационного характера, связанные с разъяснением в среде учащихся школ и колледжей о целесообразности занятием спортом, пояснением возможностей спортивных школ, а также с созданием интернет-площадки для информирования и консультации подростков, желающих осваивать ЗОЖ.

Обсуждение. Современных исследователей интересуют проблемы здорового образа жизни различных социальных групп от детей до представителей серебряного возраста. Молодежь составляет значительную часть населения, и ее здоровье имеет большое значение для будущего страны. В настоящее время увеличилось число исследователей, которые изучают отношение современной молодежи к здоровому образу жизни и рассматривают влияние социально-психологических факторов на отношение молодежи к ЗОЖ [10–28].

В своих исследованиях Пузиков В.В. [1], отмечает актуальность проблемы сохранения здоровья подрастающего поколения в системе общеобразовательных и спортивных школ, так как именно здоровье является необходимым условием для реализации биологических и социальных функций и самореализации молодежи, способной в будущем сохранить ценности нации, решать проблемы государственной защиты

Отечества и социально-экономической трансформации общества. Одной из основных целей спортивных школ является формирование ЗОЖ, укрепление здоровья и получение общего физического развития юных спортсменов. Малах О.Н., Глинка Д.Д., Дударев А.Н. рассматривают проблемы формирования культуры здорового образа жизни у учащихся-спортсменов [2]. Их исследования свидетельствуют о недостаточном уровне знаний учащихся-спортсменов по вопросам, касающимся ЗОЖ, и обосновывается необходимость усиления внимания к образу жизни спортсменов, к соблюдению ими норм и правил культуры ЗОЖ для осуществления здоровьесберегающей деятельности посредством специально организованного процесса обучения по формированию у них культуры ЗОЖ.

Целью программы по формированию ЗОЖ обучающихся в МБУДО «ДЮСШ по плаванию» г. Гагарина Смоленской области является организация оздоровительной работы, направленной на формирование у школьников мотивации здоровья и поведенческих навыков здорового образа жизни.

В исследовании Пронюшиной Т.Г., Уколовой О.Н. [3] авторы, опираясь на теоретические разработки отечественных педагогов и психологов и вторичные данные социологов, анализируют особенности и обеспечение условий формирования установки на здоровый образ жизни школьников в условиях образовательного учреждения. Формирование у школьника установки на здоровый образ жизни реализуется через совокупности педагогических методов, приемов и средств эмоционально-ценностного, информационно-познавательного, креативно-деятельностного характера.

Систематические исследования ЗОЖ проводятся учеными немецкого Института Роберта Коха. В работе [4] рассматривается поведение подростков в отношении здоровья, которое характеризуется отдельными показателями поведения, приобретенными в процессе социализации. Для анализа распределения моделей поведения предложен сводный индекс, состоящий из 6 отдельных показателей, учитывающих социально-демографические и социально-экономические переменные. Данные для анализа представляют подвыборки немецкого медицинского опроса и обследований детей и подростков (KiGGS), проведенного Институтом Роберта Коха в период с мая 2003 по май 2006 года (возраст: 11–17 лет, $n = 6813$). Создание аддитивного индекса здорового образа жизни (HLI) основано на данных, касающихся поведения при курении, индекса массы тела, физической активности, использования электронных СМИ, употребления алкоголя, фруктов и овощей. В качестве единственного показателя ЗОЖ берется наивысший балл HLI. Все анализы проводились с учетом потенциальных возрастных и гендерных различий. Установлено, что девочки чаще придерживаются рекомендованного ЗОЖ, чем мальчики (25,4 и 18,7 соответственно). Доля подростков, придерживающихся всех 6 категорий ЗОЖ, уменьшается с каждым годом жизни. Показатель HLI относят к скрытым возможностям профилактики конкретных целевых групп для мер по укреплению здоровья.

Немецкие исследователи Höpker T, Lampert T, Spallek J. [5] выполнили двухэтапный кластерный анализ данных немецкого опроса о состоянии здоровья и обследовании детей и подростков (KiGGS). В результате анализа установлено, что подростки в возрасте 11–13 лет могут быть объединены в 5 кластеров, в то время как подростки в возрасте 14–17 лет могут быть объединены в 3 кластера. В обеих возрастных группах можно выделить кластеры, проявляющие тенденции, способствующие и не способствующие укреплению здоровья. В этих кластерах можно было обнаружить наиболее сильную связь между членством в кластере и определяющими факторами (например, курением друзей, состоянием здоровья). В первую очередь причиной формирования кластера были физическая активность, а также потребление табака и алкоголя.

Ученые Великобритании Brooke HL, Corder K, Griffin SJ, van Sluijs EM. [6] утверждают, что поощрение физической активности среди молодежи важно для здоровья, и вместе с этим отмечают, что существующие мероприятия по повышению физической активности имели ограниченный успех. Исследовались процедуры: прекращения занятий, разнообразие занятий (количество различных занятий в неделю) и частоты (количество сеансов активности в неделю), участие в мероприятиях и их связи с изменениями в объективно измеряемой физической активности от детства к подростковому возрасту. Ученые рекомендуют при разработке будущих мероприятий по активизации физической активности молодежи учитывать популярность определенных видов деятельности, а также отказ от них, продолжение и усвоение. Исследовали не нашли доказательств, подтверждающих идею о том, что разнообразие и частота могут быть ключевыми элементами для включения в будущие мероприятия по активизации физической активности молодежи.

Социологи Великобритании Neil-Sztramko SE, Caldwell H, Dobbins M. [7] выполнили анализ школьных программ физической активности разных стран, направленных на развитие физической активности и физической подготовленности у детей и подростков в возрасте от 6 до 18 лет. Анализу были подвергнуты в общей сложности 89 исследований, представляющих полные данные о 66 752 участниках исследования. Установлено, что школьные мероприятия по физической активности, вероятно, приводят к незначительному увеличению времени, затрачиваемого на умеренную и интенсивную физическую активность, в среднем на 0,73 минуты в день и могут привести к незначительному сокращению времени сидячего образа жизни в среднем на 3,78 минуты в сутки. Учитывая вариабельность результатов и в целом незначительный эффект школьных программ физической активности, они рекомендуют школьному персоналу и специалистам общественного здравоохранения серьезно подумать, прежде чем внедрять школьные мероприятия по физической активности.

Ученые Чешской Республики Janeckova K, Hamrik Z, Matusova M, Badura P. [8] исследовали физическую активность (например, паркур или скейтбординг)

подростков, которые не чувствуют себя комфортно в организованной или соревновательной атмосфере занятия спортом. Целью исследования было оценить, связано ли участие в активном образе жизни с физической активностью от умеренной до интенсивной (MVPA), активной физической активностью вне школы (VPA) и малоподвижным образом жизни у подростков в возрасте 10–15 лет с учетом основных демографических переменных. Для оценки различий в вовлеченности в образ жизни в зависимости от пола, класса и социально-экономического статуса использовались тесты хи-квадрат. Модели порядковой и линейной регрессии использовались для анализа ассоциаций участия в образе жизни и отдельных формах поведения, связанных с энергетическим балансом. Подростки, занимающиеся спортом в стиле жизни, сообщают, что они более физически активны и в случае одновременного занятия несколькими такими видами деятельности также проводят меньше времени сидя, чем их сверстники, не занимающиеся спортом в стиле жизни.

Китайские ученые Тяньцзиньского медицинского университета (Китай совместно с учеными Университета Гронингена (Нидерланды) [9] исследовали факторы физической активности среди китайских детей и подростков. Из анализа следовало, что мальчики более активны, чем девочки, отмечается позитивное влияние семьи на физическую активность детей и подростков. Городские дети и подростки менее физически активны, чем сельские. Эта тенденция особенно проявляется среди подростков.

В представленных работах основное внимание уделяется образовательным программам ЗОЖ и физической активности учащихся обычных и спортивных школ. Отмечается в целом незначительный эффект школьных программ физической активности. Представлены различные варианты поиска совокупности факторов, определяющих эффективность физической активности. Отсутствуют попытки системного анализа управленческих аспектов организации и реализации ЗОЖ учащихся-спортсменов, в рамках которого систему индивидуальной организации и реализации ЗОЖ учащегося-спортсмена целесообразно рассматривать как оптимально взаимодействующие структуры и факторы внутрисистемного и внесистемного уровней. Внесистемный уровень определяет необходимые общедоступные условия для поддержания ЗОЖ (качественная медицинская помощь, образовательные программы по здоровью и ЗОЖ, благоприятная среда для физической активности и правильного питания и т. п.). Внутрисистемный уровень включают в себя личные решения и поведение каждого человека, которые влияют на его здоровье, ЗОЖ, и представляет собой системно интегрированную совокупность ключевых стратегий нижнего иерархического уровня: физической активности, питания, сна, активного взаимодействия с тренером, родителями и друзьями. Эти стратегии определяют сущностную основу общей стратегии самоуправления ЗОЖ, которая будет учитывать индивидуальные особенности каждого спортсмена и помогать ему достигать поставленных

целей, формировать у спортсменов навыки самостоятельности, ответственности и самодисциплины. Системный подход [29] к организации и реализации индивидуальной стратегии самоуправления ЗОЖ предъявляет требование к личностным качествам учащегося-спортсмена.

Заключение. В результате исследования произведена оценка уровня развития стратегий самоуправления ЗОЖ обучающихся спортивных школ г. Липецка. Установлено, что в зависимости от реализации учащимися спортивных школ стратегий питания, физической активности и активного взаимодействия с тренером, родителями и друзьями выявлено три типа стратегий самоуправления ЗОЖ учащимися-спортсменами: «отличная», «хорошая» и «удовлетворительная». На базе количественных характеристик стратегий разработаны рекомендации по совершенствованию управленческих стратегий ЗОЖ учащихся спортивных школ г. Липецка в когнитивном, организационно-управленческом и информационном аспектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пузиков В.В. Формирование ценностей здоровья и здорового образа жизни в спортивных школах. 2021. <https://multiurok.ru/index.php/files/formirovanie-tsen-noستي-zdorovia-i-zdorovogo-obraz.html>.
2. Малах О.Н., Глинка Д.Д., Дударев А.Н. К вопросу о формировании культуры здорового образа жизни у учащихся-спортсменов // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2020. № 1 (26). С. 110–113.
3. Пронюшкина Т.Г., Уколова О.Н. Формирование у школьников здорового образа жизни в условиях образовательного учреждения // Russian Journal of Education and Psychology. 2018. Т. 9. № 1. С. 186–199.
4. Kuntz B, Lampert T. Wie gesund leben Jugendliche in Deutschland? *Gesundheitswesen*. 2013;75(2):67–76. (In German.) doi: 10.1055/s-0032-1311620
5. Höpker T, Lampert T, Spallek J. Identifizierung und Charakterisierung von Gesundheitsverhaltenstypen bei 11- bis 17-Jährigen Jungen und Mädchen – Eine Clusteranalyse auf Basis der Daten des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Gesundheitswesen*. 2014;76(7):453–461. (In German.) doi: 10.1055/s-0034-1372619
6. Brooke HL, Corder K, Griffin SJ, van Sluijs EM. Physical activity maintenance in the transition to adolescence: A longitudinal study of the roles of sport and lifestyle activities in British youth. *PLoS One*. 2014;9(2):e89028. doi: 10.1371/journal.pone.0089028
7. Neil-Sztramko SE, Caldwell H, Dobbins M. School-based physical activity programmes for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;9(9):CD007651. doi: 10.1002/14651858
8. Janeckova K, Hamrik Z, Matusova M, Badura P. "I am going out!" – lifestyle sports and physical activity in adolescents. *BMC Public Health*. 2021;21(1):1079. doi: 10.1186/s12889-021-11066-3
9. Lu C, Stolk RP, Sauer PJ, Sijtsma A, Wiersma R, Huang G, Corpeleijn E. Factors of physical activity among Chinese children and adolescents: A systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017;14(1):36. doi: 10.1186/s12966-017-0486-y
10. St-Onge MP. Preventing insufficient sleep in adolescents: One step in helping them achieve a healthy lifestyle? *Sleep*. 2022;45(5):zsac011. doi: 10.1093/sleep/zsac011

11. Голубев В.С., Беркович М.И. Здоровое питание: восприятие, динамика, популяризация // Теоретическая экономика. 2020. № 3 (63). С. 98–104.
12. Риккер А.С., Андреев Т.А. Здоровый образ жизни и сон // Наука-2020. 2019. № 8(33). С. 117–121.
13. Шамхалова З.А., Головина И.Ю. Физическая активность как одна из важнейших составляющих здорового образа жизни // Наука-2020. 2022. № 5. С. 145–150.
14. Норин Н.Е. Основные факторы здорового образа жизни и их влияние на современного человека // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 51-1. С. 70–73.
15. Луцкан И.П., Саввина Н.В., Степанова Е.А. Проблемы медицинского обеспечения детей, занимающихся спортом в России // Российский педиатрический журнал. 2012. № 5. С. 39–42.
16. Ежов А.Н., Гончарова Н.А., Кренинина Г.В. Здоровье человека и вредные привычки // Наука и образование. 2022. № 1. С. 207.
17. Ермакова Е.Г. Формирование мотивации к занятиям физической культурой и спортом у студентов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 12-1. С. 100–102.
18. Богдан И.В., Волкова О.А., Иглицына И.С., Чистякова Д.П. Внедрение гаджетов в систему мониторинга показателей здоровья населения: социологическое исследование // Вопросы управления. 2022. № 3 (76). С. 33–35.
19. Терентьев А.Е., Филатова И.А. Значение спортивно-массовых мероприятий в формировании у студентов ценностного отношения к физической культуре // Теория и практика физической культуры. 2010. № 3. С. 41–43.
20. Багнетова Е.А. Здоровый образ жизни старшеклассников // Современные проблемы науки и образования. 2006. № 1. С. 32–33.
21. Зверева Е.Л. Модель развития физической культуры старшеклассников – спортсменов как фактора формирования здорового образа жизни // Научно-методический журнал «Культура физическая и здоровье». Воронеж. 2012. № 3(39). С. 67–69.
22. Кондратов А.А., Жуков Р.С. Педагогические условия укрепления здоровья и оптимизации функционального состояния организма старшеклассников, занимающихся в учреждениях дополнительного образования спортивной направленности (на примере легкой атлетики) // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2019. № 3 (11). С. 223–230.
23. Meng Y, Manore MM, Schuna JM Jr, Patton-Lopez MM, Branscum A, Wong SS. Promoting healthy diet, physical activity, and life-skills in high school athletes: Results from the WAVE Ripples for Change childhood obesity prevention two-year intervention. *Nutrients*. 2018;10(7):947. doi: 10.3390/nu10070947
24. Craig CL, Tudor-Locke C, Cragg S, Cameron C. Process and treatment of pedometer data collection for youth: The Canadian Physical Activity Levels among Youth study. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(3):430–435. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181b67544
25. Cavadini C, Decarli B, Grin J, Narring F, Michaud PA. Food habits and sport activity during adolescence: Differences between athletic and non-athletic teenagers in Switzerland. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54(Suppl 1):S16–S20. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600979
26. Parnell JA, Wiens KP, Erdman KA. Dietary intakes and supplement use in pre-adolescent and adolescent Canadian athletes. *Nutrients*. 2016;8(9):526. doi: 10.3390/nu8090526
27. Nascimento M, Silva D, Ribeiro S, Nunes M, Almeida M, Mendes-Netto R. Effect of a nutritional intervention in athlete's body composition, eating behaviour and nutritional knowledge: A comparison between adults and adolescents. *Nutrients*. 2016;8(9):535. doi: 10.3390/nu8090535
28. Koçak Şahin E, Karayağız Muslu G. Examination of the relationship between health promotion behavior and game addiction in adolescents. *Arch Psychiatr Nurs*. 2024;53:42–50. doi: 10.1016/j.apnu.2024.09.007
29. Беликин А.А., Савкина Н.В. Системный подход к формированию здорового образа жизни и взаимосвязь основных элементов // Наука-2020. 2020. № 5(41). С. 23–29.

REFERENCES

1. Puzikov VV. [Formation of health values and healthy lifestyle in sports schools.] Published February 9, 2021. Accessed December 9, 2024. <https://multiurok.ru/index.php/files/formirovanie-tsennostei-zdorovia-i-zdorovogo-obraz.html>
2. Malakh ON, Glinka DD, Dudarev AN. Revisiting the formation of a healthy lifestyle culture of students-athletes. *Vestnik Omskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta. Gumanitarnye Issledovaniya*. 2020;(1(26)):110–113. (In Russ.) doi: 10.36809/2309-9380-2020-26-110-113
3. Pronyushkina TG, Ukolova ON. The formation of schoolchildren of healthy lifestyle in the conditions of educational institution. *Sovremennye Issledovaniya Sotsial'nykh Problem*. 2018;9(1):186–199. (In Russ.) doi: 10.12731/2218-7405-2018-1-186-199
4. Kuntz B, Lampert T. Wie gesund leben Jugendliche in Deutschland? *Gesundheitswesen*. 2013;75(2):67–76. (In German.) doi: 10.1055/s-0032-1311620
5. Höpker T, Lampert T, Spallek J. Identifizierung und Charakterisierung von Gesundheitsverhaltenstypen bei 11- bis 17-Jährigen Jungen und Mädchen – Eine Clusteranalyse auf Basis der Daten des Kinder- und Jugendgesundheitsumfrage (KiGGS). *Gesundheitswesen*. 2014;76(7):453–461. (In German.) doi: 10.1055/s-0034-1372619
6. Brooke HL, Corder K, Griffin SJ, van Sluijs EM. Physical activity maintenance in the transition to adolescence: A longitudinal study of the roles of sport and lifestyle activities in British youth. *PLoS One*. 2014;9(2):e89028. doi: 10.1371/journal.pone.0089028
7. Neil-Sztramko SE, Caldwell H, Dobbins M. School-based physical activity programmes for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;9(9):CD007651. doi: 10.1002/14651858
8. Janeckova K, Hamrik Z, Matusova M, Badura P. "I am going out!" – lifestyle sports and physical activity in adolescents. *BMC Public Health*. 2021;21(1):1079. doi: 10.1186/s12889-021-11066-3
9. Lu C, Stolk RP, Sauer PJ, Sijtsma A, Wiersma R, Huang G, Corpeleijn E. Factors of physical activity among Chinese children and adolescents: A systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017;14(1):36. doi: 10.1186/s12966-017-0486-y
10. St-Onge MP. Preventing insufficient sleep in adolescents: One step in helping them achieve a healthy lifestyle? *Sleep*. 2022;45(5):zsac011. doi: 10.1093/sleep/zsac011
11. Golubev VS, Berkovich MI. Healthy food: Perception, dynamics, popularization. *Teoreticheskaya Ekonomika*. 2020;(3(63)):98–104. (In Russ.)

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-22-31>

Original Research Article

12. Rikker AS, Andreenko TA. Healthy lifestyle and sleep. *Nauka-2020*. 2019;(8(33)):117-121. (In Russ.)
13. Shamkhalova ZAG, Golovina IYu. Physical activity as one of the most important components of a healthy lifestyle. *Nauka-2020*. 2022;(5(59)):145-150. (In Russ.)
14. Norin NE. [The main factors of a healthy lifestyle and their impact on a modern man.] *Tendentsii Razvitiya Nauki i Obrazovaniya*. 2019;(51-1):70-73. (In Russ.) doi: 10.18411/lj-06-2019-18
15. Lutskan IP, Savvina NV, Stepanova LA. Problems of medical support for children engaged in sport activity in Russia. *Rossiyskiy Pediatricheskii Zhurnal*. 2012;(5):39-42. (In Russ.)
16. Ezhov AN, Goncharova NA, Kretinina GV. Human health and bad habits. *Nauka i Obrazovanie*. 2022;(5(1)):207. (In Russ.)
17. Ermakova EG. Formation of motivation for classes of physical culture and sports at students. *Mezhdunarodnyy Zhurnal Gumanitarnykh i Estestvennykh Nauk*. 2019;(12-1(39)):100-102. (In Russ.) doi: 10.24411/2500-1000-2019-11855
18. Bogdan IV, Volkova OA, Iglitsyna IS, Chistyakova DP. Introduction of gadgets in the monitoring system of population health indicators: Sociological research. *Voprosy Upravleniya*. 2022;(3(76)):33-45. (In Russ.) doi: 10.22394/2304-3369-2022-3-33-45
19. Terentyev AE, Filatova IA. [Significance of mass sports events in the formation of students' value attitude to physical culture.] *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kul'tury*. 2010;(3):41-43. (In Russ.)
20. Bagnetova EA. [Healthy lifestyle of high school students.] *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2006;(1):32-33. (In Russ.)
21. Zvereva EL, Chernikh YG. The model of physical culture of seniors as a factor of the forming a healthy way of life. *Kul'tura Fizicheskaya i Zdorov'e*. 2012;(3(39)):90-93. (In Russ.)
22. Kondratov AA, Zhukov RS. Pedagogical conditions for improving the health of senior pupils doing athletics in institutions of additional sport education. *Vestnik Kemerovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Gumanitarnye i Obshchestvennyye Nauki*. 2019;3(3(11)):223-230. (In Russ.) doi: 10.21603/2542-1840-2019-3-3-223-230
23. Meng Y, Manore MM, Schuna JM Jr, Patton-Lopez MM, Branscum A, Wong SS. Promoting healthy diet, physical activity, and life-skills in high school athletes: Results from the WAVE Ripples for Change childhood obesity prevention two-year intervention. *Nutrients*. 2018;10(7):947. doi: 10.3390/nu10070947
24. Craig CL, Tudor-Locke C, Cragg S, Cameron C. Process and treatment of pedometer data collection for youth: The Canadian Physical Activity Levels among Youth study. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(3):430-435. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181b67544
25. Cavadini C, Decarli B, Grin J, Narring F, Michaud PA. Food habits and sport activity during adolescence: Differences between athletic and non-athletic teenagers in Switzerland. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54(Suppl 1):S16-S20. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600979
26. Parnell JA, Wiens KP, Erdman KA. Dietary intakes and supplement use in pre-adolescent and adolescent Canadian athletes. *Nutrients*. 2016;8(9):526. doi: 10.3390/nu8090526
27. Nascimento M, Silva D, Ribeiro S, Nunes M, Almeida M, Mendes-Netto R. Effect of a nutritional intervention in athlete's body composition, eating behaviour and nutritional knowledge: A comparison between adults and adolescents. *Nutrients*. 2016;8(9):535. doi: 10.3390/nu8090535
28. Koçak Şahin E, Karayağız Muslu G. Examination of the relationship between health promotion behavior and game addiction in adolescents. *Arch Psychiatr Nurs*. 2024;53:42-50. doi: 10.1016/j.apnu.2024.09.007
29. Belikin AA, Savkina NV. A systematic approach to the formation of a healthy lifestyle and the relationship of the main elements. *Nauka-2020*. 2020;(5(41)):23-29. (In Russ.)

Сведения об авторах:

✉ **Шмарион Юрий Васильевич** – доктор социол. наук, профессор, профессор кафедры социологии и управления; e-mail: jbshmarion@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0960-4770>.

Дегтярева Мария Вячеславовна – студентка 4-го курса института истории права и общественных наук, e-mail: maha200230@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2787-4740>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Шмарион Ю.В.*; сбор и анализ данных: *Дегтярева М.В.*; интерпретация результатов и подготовка рукописи: *Шмарион Ю.В., Дегтярева М.В.* Оба автора рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: соблюдение этических стандартов подтверждено решением комиссии по этике ФГБОУ ВО «Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского (протокол №01/11 от 17.04.2024).

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 18.09.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

✉ **Yuri V. Shmarion**, Dr. Sci. (Soc.), Prof.; Professor, Department of Sociology and Management; e-mail: jbshmarion@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0960-4770>.

Maria V. Degtyareva, 4th year student, Institute of History of Law and Social Sciences; e-mail: maha200230@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2787-4740>.

Author contributions: study conception and design: *Shmarion Yu.V.*; data collection and analysis: *Degtyareva M.V.*; interpretation of results and draft manuscript preparation: *Shmarion Yu.V., Degtyareva M.V.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Compliance with ethical standards was confirmed by the Ethics Commission of the Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky (protocol No. 01/11 of April 17, 2024).

Funding: This research received no external funding.

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

Received: September 18, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024



Оценка учебной нагрузки и ее влияние на утомляемость выпускников школ

Ю.А. Уточкин¹, Д.Р. Таибова², Н.Р. Салихова¹

¹ ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера», ул. Петропавловская, д. 26, г. Пермь, 614000, Российская Федерация

² ФГАУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, Российская Федерация

Резюме

Введение: За последние годы число хронических заболеваний среди школьников выросло в 1,5 раза. Период обучения в старших классах во многом определяет физическое и психическое здоровье подростка. Высокая интенсивность образовательного процесса в сочетании с неблагоприятными условиями организации учебного процесса приводит к перегрузке, снижению трудоспособности, дисгармоничности физического развития и способствует формированию хронической патологии у детей.

Цель исследования: с гигиенической позиции оценить влияние учебной нагрузки на утомляемость учащихся 11-х классов школ г. Перми.

Методы: Проведено аналитическое когортное исследование в период с октября по ноябрь 2022 года, включающее изучение санитарно-эпидемиологических требований к устройству, содержанию и организации работы пяти образовательных организаций, анализ соответствия расписания выпускных классов требованиям СанПиН и рекомендациям педагогов; анонимный опрос 89 учащихся 11-х классов, направленный на выявление признаков утомления школьников, субъективную оценку психоэмоционального состояния во время и после учебы, особенности проведения уроков. Полученные данные были обработаны с помощью системы SPSS 12 с расчетом экстенсивных показателей.

Результаты: Во всех исследуемых школах не учитывается период вработывания в учебную неделю. По результатам опроса 35,9 % (32 чел.) одиннадцатиклассников пишут контрольные работы в начале учебной недели. Из них 86,5 % чувствуют себя очень утомленно после уроков в понедельник. Превышение максимального количества академических часов в день было обнаружено в двух школах из пяти, а несоответствие рекомендациям по продолжительности перемен – в четырех. Примерно половина респондентов (49,4 % / 44 чел.), несмотря на свои знания, отмечают невнимательность и снижение успеваемости, а более трети (35,9 % / 32 чел.) начали терять интерес к профильным предметам.

Заключение: Результаты исследования показали, что высокая и неравномерно распределенная учебная нагрузка приводит к утомлению, а в дальнейшем – к переутомлению и снижению успеваемости учащихся 11-х классов школ г. Перми.

Ключевые слова: выпускники, расписание, утомляемость, учебная нагрузка, успеваемость.

Для цитирования: Уточкин Ю.А., Таибова Д.Р., Салихова Н.Р. Оценка учебной нагрузки и ее влияние на утомляемость выпускников школ // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 32–38. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-32-38

Assessment of Academic Workload and Related Fatigue in High School Graduates

Yuri A. Utochkin,¹ Dalila R. Taibova,² Nuria R. Salikhova¹

¹ Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Street, Perm, 614000, Russian Federation

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

Summary

Introduction: The number of chronic diseases among schoolchildren has demonstrated a 1.5-fold increase recently. The years of study in high school largely determine physical and mental health of adolescents. High intensity of the educational process combined with unfavorable learning conditions lead to overload, reduced working capacity, growth problems, and development of chronic diseases in teenagers.

Objective: To conduct a hygienic assessment of educational workload and associated fatigue in high school graduates in the city of Perm.

Materials and methods: In October–November 2022, we conducted an analytical cohort study comprising the review of sanitary and epidemiological requirements for school environment, content and organization of work in five schools, the analysis of compliance of lesson timetables with the requirements of Russian health regulations and standards and teachers' recommendations, and an anonymous survey of 89 eleventh graders to detect signs of fatigue, self-rated psychological and emotional state during and after classes, and features of the latter. The data were analyzed using SPSS 12.0 with the calculation of extensive indicators.

Results: The necessary period of adaptation to a new school week was found to be neglected at all schools: 32 students (35.9 %) reported having tests on Mondays and 86.5 % of them complained of feeling very tired after classes on that day. We noted an excess of the maximum number of lessons a day and non-compliance with the recommended break time in two and four of five schools, respectively. Almost half of the respondents (44 students or 49.4 %) mentioned poor attention and a decrease of academic performance despite their knowledge and more than a third (32 students or 35.9 %) confessed that they had begun losing interest in core subjects.

Conclusion: Our findings showed that a heavy and unevenly distributed school workload causes fatigue, subsequent exhaustion, and worse academic achievement in final year students of Perm.

Keywords: school graduates, timetable, fatigue, workload, academic performance.

Cite as: Utochkin YuA, Taibova DR, Salikhova NR. Assessment of academic workload and related fatigue in high school graduates. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):32–38. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-32-38

Введение. В настоящее время условиям формирования здоровья старшеклассников уделяется большое внимание. Период обучения в старших классах во многом определяет будущее подростка, его физическое и психическое здоровье, реализацию репродуктивного потенциала. За последние годы число хронических заболеваний среди школьников выросло в 1,5 раза. Поиск причин неблагоприятной динамики заболеваемости учащихся заставляет обратить внимание на организацию учебной деятельности в школах [1, 2]. Основной задачей одиннадцатиклассников является успешная сдача Единого государственного экзамена и поступление в желаемое учебное заведение, обретение дипломированной специальности. В то же время и задачей выпускающих школ является успешная сдача экзаменов выпускниками. Для достижения этой цели школы организуют дополнительные занятия, повышают интенсивность урока, задают значительное количество заданий на дом. Однако данные методы не всегда находят целесообразное применение. Отечественными и зарубежными исследованиями было установлено, что наибольшее влияние на развитие выраженного утомления учащегося в процессе обучения оказывают такие факторы, как рациональность расписания учебного дня, продолжительность использования электронных средств обучения на уроке и плотность урока. [3–17]. Высокий темп образовательного процесса в сочетании с неблагоприятными гигиеническими условиями внутришкольной среды приводит к перегрузке, снижению трудоспособности, дисгармоничному физическому развитию и формированию хронической патологии у детей [18–23].

Цель исследования: с гигиенической позиции оценить недельную учебную нагрузку и ее влияние на утомляемость учащихся 11-х классов разного профиля школ г. Перми.

Материалы и методы. Проведено аналитическое когортное исследование в период с октября по ноябрь 2022 года. Было оценено соответствие образовательных организаций санитарно-эпидемиологическим требованиям к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций, а также психоэмоциональное состояние и признаки утомления школьников. Также была проведена оценка соответствия расписания 11-х классов каждой школы требованиям СанПиН¹ и методическим рекомендациям^{2,3,4}: время начала занятий; время конца учебного дня; продолжительность перемен; суммарное количество академических часов в день и общее количество академических часов в неделю; степень трудности каждого учебного дня в баллах по шкале СанПиН 1.2.3685–21 (раздел VI, Таблицы

6.10, 6.11); наличие спаренных уроков; время начала факультативных занятий и продолжительность перерыва между ними и основными уроками; соблюдение периода вработывания умственной работоспособности школьников в учебную работу в динамике недели. Было опрошено 89 учащихся 11-х классов в пяти школах Ленинского района г. Перми. Все респонденты входили в возрастную категорию 16–17 лет и дали добровольное информированное согласие на участие в опросе. Опрос проводился по окончании оцениваемой учебной недели. На первом этапе выборка создавалась по кластерному методу, далее – по методу «снежного кома»⁵. Респондентами опроса стали 32 учащихся 11-х классов МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 2 имени В.Н. Татищева с углубленным изучением предметов гуманитарного профиля», 17 учащихся МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 28», 11 учащихся МАОУ «Гимназия № 17», 16 учащихся МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 6 имени Героя России С.Л. Яшкина», 13 учащихся МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 7 с углубленным изучением английского языка». В выборку не были включены школьники, не посетившие уроки в какой-либо день исследуемой недели. Затем, исходя из выявленных нарушений в расписании, был составлен анонимный опросник, включающий вопросы о самочувствии учащихся во время уроков и после учебы, а также вопросы о подробностях проведения уроков и успеваемости. Опрос проведен путем онлайн-анкетирования, состоял из 25 вопросов с возможностью выбора одного варианта ответа и 1 вопроса с возможностью выбора нескольких вариантов ответа. Приглашение к участию в опросе рассылалось внутри когорты через социальную сеть «ВКонтакте». Полученные данные были обработаны с помощью системы SPSS 12.0 с расчетом экстенсивных показателей. Ключевым этапом стало сопоставление выявленных нарушений в расписании с результатами субъективной оценки психоэмоционального состояния одиннадцатиклассников.

Ограничение исследования. Данное исследование ограничено общим числом респондентов, а также неравным количеством их среди школ и профильных классов. Однако уравнивать объем анкетироваемых участников не представляется возможным, так как в таком случае их число по каждому профильному классу уменьшится.

Результаты. Успеваемость по предметам, которые проводятся спаренными у большинства респондентов (66,2 % / 58 чел.) была хорошей/отличной. Удовлетворительную оценку по успеваемости имела треть выпускников (32,5 % / 29 чел.).

¹ Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»: постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28.

² Рекомендации по составлению расписания уроков для обучающихся основного общего и среднего общего образования: письмо Департамента государственной политики и управления в сфере общего образования Минпросвещения России от 17.12.2021 № 03–2161.

³ Кайгородова Н.З. Методические рекомендации по коррекции утомления школьников // Каф. педагогики АлтГУ.

⁴ МР 2.4.0331–23 «Методические рекомендации по обеспечению оптимизации учебной нагрузки в общеобразовательных организациях», утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 10.11.2023.

⁵ Выборка по цепочке ссылок: исследователи набирают первоначальных субъектов (школьников) для участия в исследовании, а затем по их ссылке находят дополнительных субъектов (одноклассников, учащихся параллельных классов), таким образом, количество респондентов увеличивается.

Лишь 1,1 % опрошенных (1 человек) не справляется с этим предметом. В расписании некоторых школ были уроки физкультуры, после которых следовал предмет, требующий внимания и повышенной умственной активности (математика, физика). Но данные исследования показали, что каждый четвертый одиннадцатиклассник (25,8 % / 23 чел.) чувствует себя рассеянным после уроков физкультуры, а каждый третий (35,9 % / 32 чел.) – утомленным. Также оказалось, что 35,9 % (32 чел.) обучающихся пишут контрольные работы в начале учебной недели (понедельник-вторник). Соответственно 30% (26 чел.) чувствуют себя очень утомленными после уроков в понедельник. Около половины респондентов (49,4 % / 44 чел.), несмотря на свои знания, отмечают невнимательность и, как следствие, снижение успеваемости, а треть (35,9 % / 32 чел.) – начали терять интерес к профильным предметам.

Был проведен сравнительный анализ расписания одиннадцатых классов различных школ, согласно которому в СОШ № 2 имени В.Н. Татищева выявлены следующие нарушения в расписании: для группы математического профиля наиболее загруженными днями являются среда (50 баллов) и пятница (49 баллов), что не соответствует рекомендациям СанПин. В профильных классах по иностранным языкам наиболее загружен четверг (63 балла), нагрузка в этот день превышает таковую предыдущего дня почти в два раза (см. рис. 1). Обучающиеся класса исторического профиля так же наиболее загружены в четверг (58 баллов), а также в субботу (42 балла), что не соответствует нормам. Также было выявлено, что нормативы по продолжительности перемен не соблюдаются: самая короткая составила 5 минут, а самая продолжительная – 15 минут. Результаты опроса школьников отражали утомительное влияние нерациональной организации учебного процесса. Школьники наиболее утомлены в среду и четверг (72,7 % / 23 чел.). Почти половина из них не успевают переключиться на следующий урок за пятиминутную переменную (45,2 % / 14 чел.), кроме того, более чем половине опрошенных (65,6 % / 21 чел.) не удается принять пищу. Большая часть занимающихся на факультативных уроках делают это практически сразу после основных занятий (75,3 % / 24 чел.). Также учащиеся в 96,9 % (31 чел.) отметили, что

периодически проводится более восьми уроков, т. е. в школе нарушаются нормативы по количеству уроков в день.

В школе № 28 нарушения расписания наблюдаются у группы химико-биологического и исторического профиля: количество академических часов в пятницу – 9 и 10 соответственно. Суммарное количество академических часов у обучающихся по историческому профилю составило 37 часов в неделю при пятидневной учебной неделе. У группы профиля иностранных языков нагрузка увеличивается с середины недели, наиболее загруженный день в пятницу (65 баллов). Однако результаты опроса не отразили ухудшение самочувствия в данные дни недели.

В сравнении с показателями школы № 2 учащиеся школы № 28 успевают переключиться на следующий урок за время перемены, так как для этого им выделено достаточно времени (10–20 минут). Наиболее утомленными школьники чувствуют себя в понедельник и вторник, что соответствует показателям нагрузки: физико-математический и исторический профиль наиболее загружены во вторник – 68 и 55 баллов соответственно. Следует отметить, что расписание уроков составлено более равномерно, и большинство респондентов (64,7 % / 11 чел.) не ощущают разбитость после уроков.

В ходе анализа расписания 11-го класса гимназии № 17 было обнаружено, что самый трудный день для учащихся – четверг (59 баллов). Не учтен период вработывания в учебную неделю: высокий уровень суммарной трудности учебных предметов в понедельник (51 балл) и вторник (52 балла). Продолжительность перемен: самая короткая составила 5 минут, а самая продолжительная – 15 минут. По результатам опроса треть опрошенных не успевает переключиться на следующий урок за пятиминутный перерыв. Все школьники занимаются на факультативных уроках практически сразу после основных занятий. Отмечается отсутствие чувства разбитости после уроков у большинства учащихся (72,7 % / 8 чел.), что можно связать с соблюдением чередования в расписании гуманитарных предметов с естественно-научными.

В ходе анализа полученного для работы расписания 11-го класса школы № 6 выяснилось, что для

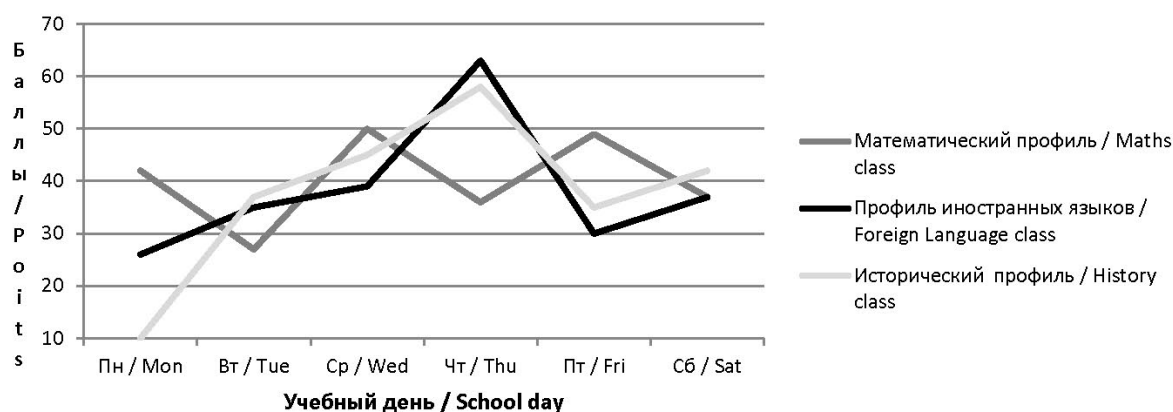


Рис. 1. Показатели ежедневной нагрузки на учащихся классов различного профиля школы № 2

Fig. 1. Daily workload of the students studying in different specialized classes at school No. 2

группы физико-математического профиля наиболее загруженными днями являются вторник (61 балл) и четверг (70 баллов), что не соответствует рекомендациям. Обучающиеся химико-биологического профиля также наиболее загружены в четверг (60 баллов). Выявлен высокий уровень нагрузки в пятницу у исторического (47 баллов) и иностранного (42 баллов) профиля, что не соответствует периоду вработывания (см. рис. 2). Необходимо отметить, что наиболее утомленными большинство чувствуют себя в понедельник и вторник (75,0 % / 12 чел.), а также в пятницу (18,8 % / 3 чел.), что соответствует динамике недельной учебной нагрузки. Всего 6 % респондентов (1 чел.) чувствует себя разбитыми после занятий в школе. Продолжительность перемен: самая короткая – 5 минут, а самая продолжительная – 10 минут. Данные не соответствуют нормам, что подтверждается результатами опроса: каждый третий старшеклассник не успевает переключиться на следующий урок за выделенное время. Более трети учеников (31,2 % / 5 чел.) занимается на факультативных уроках практически сразу после занятий в школе, но большая часть – после полчасового перерыва.

Анализ расписания школы № 7 показал, что для класса математического профиля наиболее загруженный день – пятница (68 баллов), для группы профиля иностранных языков – понедельник (75 баллов). Это не соответствует периоду вработывания умственной работоспособности школьников в недельной динамике. Высокая учебная нагрузка на школьников в пятницу влияет на их работоспособность, поэтому каждый третий чувствует себя наиболее утомленным именно в этот день (30,8 % / 4 чел.), кроме того, чувство разбитости после учебного дня возникает у той же части респондентов. Среда (8 академических часов), четверг (7–8 академических часов), пятница (7–8 академических часов) являются наиболее изнуряющими по мнению школьников, подтверждением тому является наиболее высокая нагрузка в эти дни. Таким образом, недельная учебная нагрузка может составлять порядка 39 академических ча-

сов. Продолжительность перемен: самая короткая составила 5 минут, самая продолжительная – 20 минут. Данные опроса показывают, что за это время большая часть опрошенных (76,9 % / 10 чел.) успевает переключиться на следующий урок, около трети не успевает принять пищу за время перемены (30,8 % / 4 чел.). Ровно половина школьников, занимающихся на факультативных занятиях, делает это сразу после основных занятий, другая половина – после получасового перерыва.

Обсуждение. Учебная нагрузка определяется суммой трех показателей: образовательной нагрузкой в школе, временем выполнения домашнего задания и временем, затраченным на дополнительные занятия. Основным критерий психогигиенической оценки учебной нагрузки – это ее соответствие функциональным возможностям организма учеников на каждом возрастном этапе. Во всех исследуемых школах не учитывается период вработывания умственной работоспособности школьников в учебную работу в динамике недели. Высокая нагрузка в конце учебной недели отмечена в четырех школах из пяти. Так, основным запросом обучающихся (31,4 % / 28 чел.) о желаемых изменениях в расписании было снижение нагрузки на пятницу. Нарушение суммарного количества академических часов в день было обнаружено в двух школах из пяти, а несоответствие рекомендациям по продолжительности перемен – в четырех. Более трети (35,9 % / 32 чел.) одиннадцатиклассников пишут контрольные работы в начале учебной недели, из них 86,5 % (77 чел.) чувствуют себя очень утомленно после уроков в понедельник. Учащиеся двух школ занимаются на факультативных уроках практически сразу после основных занятий. Более восьми уроков в день проводятся в одной школе из пяти. Спаренные уроки имеются в расписаниях всех школ. Эти условия влияют на повышение утомляемости и потерю интереса к профильным предметам у выпускников школ.

Представленные результаты самочувствия и успеваемости школьников были получены в процессе естественного гигиенического эксперимента

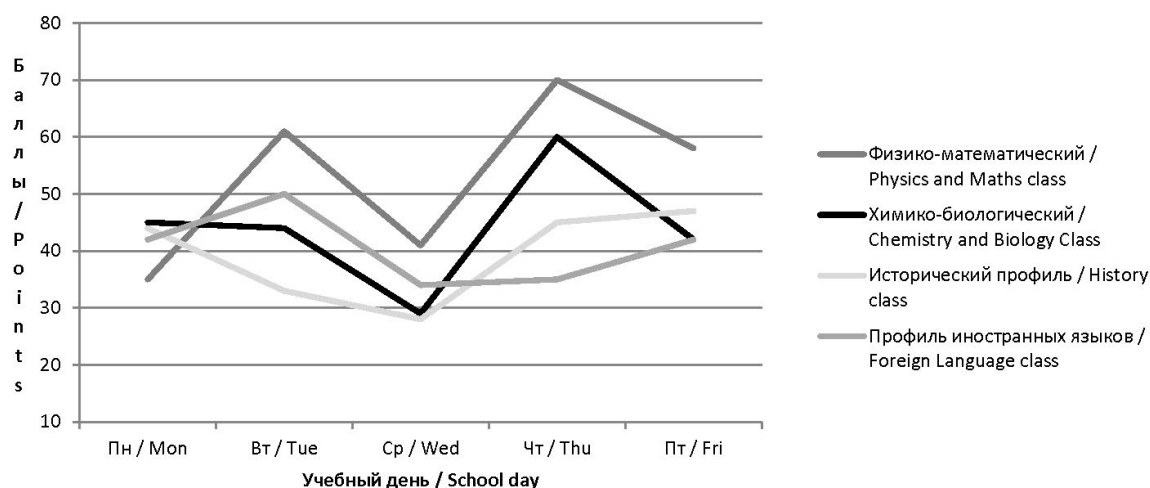


Рис. 2. Показатели ежедневной нагрузки на учащихся классов различного профиля школы № 6

Fig. 2. Daily workload of the students studying in different specialized classes at school No. 6

на фоне актуального учебного расписания. Научная новизна определяется в анализе расписания и утомляемости учащихся старших классов различного профиля. Работа дополняет исследования, проведенные ранее. Статья И.Э. Александровой показала наиболее значимые в механизме утомления факторы проведения уроков [3]. В исследовании Цукаревой Е. А., Авчинникова А.В. проводился анализ расписания школьников с 1-го по 11-й классы, но не было определено влияние нарушений организации учебного процесса на работоспособность и субъективные ощущения учащихся [5].

Т.М. Параничева и соавторы в своей статье установили не только учебные факторы утомляемости, но и общие режимные, а также показатели заболеваемости учащихся [24]. Результаты показали, насколько нарушены нормы учебной нагрузки в школах, и как это влияет на успеваемость и самочувствие учащихся, и могут быть использованы в перспективе при установлении происхождения переутомления школьников, а также для формирования рационального расписания.

Нерациональная учебная нагрузка приводит к утомлению и снижению успеваемости учащихся 11-х классов школ г. Перми. Необходимо перераспределить учебную нагрузку в течение недели, исключить спаренные уроки, проводить уроки физкультуры в середине дня, увеличить продолжительность перемен.

Заключение. Результаты исследования показали: высокая и нерационально распределенная учебная нагрузка приводит к утомлению, а затем – к переутомлению и снижению успеваемости. Таким образом, можно говорить об учебной перегрузке не только при превышении временных показателей обучения в школе, но и при изменении психоэмоционального состояния выпускника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красникова И.В., Муравьева В.А. Влияние учебной нагрузки на функциональное состояние школьников и студентов // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2021. № 4. С. 65–76. doi: 10.24412/2071-6176-2021-4-65-77
2. Самойлова А.М., Малышев Р.А. Состояние здоровья, уровня физической подготовленности и двигательной активности школьников на современном этапе // Международный студенческий научный вестник. 2021. № 6. С. 49.
3. Александрова И.Э. О взаимосвязи показателей утомляемости учащихся с факторами урока и школьного расписания // Здоровье населения и среда обитания. 2017. Т. 31. № 5. С. 25–26. doi: 10.35627/2219-5238/2017-293-8-24-26
4. Александрова И.Э. Гигиеническая оценка учебного расписания в условиях школьной цифровой среды // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 3 (300). С. 15–17.
5. Цукарева Е.А., Авчинников А.В., Сидоренкова Л.М. и др. Гигиеническая оценка факторов внутришкольной среды и организации учебного процесса в общеобразовательных учреждениях Смоленска // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 11 (332). С. 36–40. doi: 10.35627/2219-5238/2020-332-11-36-40
6. Александрова И.Э., Айзяткова М.В. Функциональное состояние организма младших школьников при использовании электронных средств обучения // РМЖ. Мать и дитя. 2022. Т. 5. № 2. С. 157–163. doi: 10.32364/2618-8430-2022-5-2-157-163
7. Березина Н.О., Александрова И.Э., Айзяткова М.В., Мирская Н.Б. Использование интерактивных панелей на уроке и самочувствие школьников // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 10. С. 22–26. doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-10-22-26
8. Александрова И.Э., Уланова С.А. К вопросу о гигиенической оценке школьного урока // Санитарный врач. 2018. № 3. С. 22–26.
9. Александрова И.Э. Гигиеническая оценка школьного расписания в условиях активного использования на уроках электронных средств обучения // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2020. № 1. С. 12–21.
10. Догадкина С.Б., Кмит Г.В., Рублева Л.В. Влияние информационно-коммуникационных технологий обучения на функциональное состояние организма школьников (аналитический обзор) // Новые исследования. 2020. № 3. С. 132–150. doi: 10.46742/2072-8840-2020-63-3-132-150
11. Милушкина О.Ю., Скоблина Н.А., Маркелова С.В., Татаринчик А.А., Бокарева Н.А., Федотов Д.М. Оценка рисков здоровью школьников и студентов при воздействии обучающих и досуговых информационно-коммуникационных технологий // Анализ риска здоровью. 2019. № 3. С. 135–143 doi: 10.21668/health.risk/2019.3.16
12. Тахчиди Х.П., Грачева М.А., Казакова А.А. и др. Роль современных информационных технологий в реализации образовательных программ для детей с нормальным состоянием зрительных функций и с офтальмопатологией // Вестник Российской академии медицинских наук. 2020. Т. 75. № 2. С. 144–153. doi: 10.15690/vramn1186
13. Саньков С.В., Кучма В.Р. Гигиеническая оценка влияния на детей факторов современной электронной информационно-образовательной среды школ // Вестник новых медицинских технологий. 2019. № 3. С. 98–101. doi: 10.24411/2075-4094-2019-16380
14. Biller AM, Meissner K, Winnebeck EC, Zerbini G. School start times and academic achievement – A systematic review on grades and test scores. *Sleep Med Rev.* 2022;61:101582. doi: 10.1016/j.smrv.2021.101582
15. Timotheou S, Miliou O, Dimitriadis Y, et al. Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Educ Inf Technol (Dordr.)*. 2023;28(6):6695-6726. doi: 10.1007/s10639-022-11431-8
16. Estevan I, Tassinio B, Vetter C, Silva A. Challenged by extremely irregular school schedules, Uruguayan adolescents only set their waking time. *J Adolesc.* 2022;94(3):488-492. doi: 10.1002/jad.12036
17. Ziporyn TD, Malow BA, Oakes K, Wahlstrom KL. Self-report surveys of student sleep and well-being: A review of use in the context of school start times. *Sleep Health.* 2017;3(6):498-507. doi: 10.1016/j.sleh.2017.09.002
18. Bortes C, Strandh M, Nilsson K. Health problems during childhood and school achievement: Exploring associations between hospitalization exposures, gender, timing, and compulsory school grades. *PLoS One.* 2018;13(12):e0208116. doi: 10.1371/journal.pone.0208116
19. Герасименко К.С. Утомление и методы его профилактики // Студенческий научный форум: сборник статей IX Международной студенческой научной конференции. Саратов: 2017.
20. Дымова И.А., Кароян А.А. Медико-социальные проблемы здоровья школьников по результатам анкетирования // Пермский медицинский журнал. 2019. №5. С. 83–87. doi: 10.17816/pmj36583-87

21. Балаева Ш., Сулейман-заде Н.Г. Влияние новых форм обучения на физическое развитие младших школьников // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2017. № 4. С. 51–54
22. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Лужецкий К.П. и др. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса // Анализ риска здоровью. 2017. № 1. doi: 10.21668/health.risk/2017.1.08
23. Луганова С.Г. Исследование степени утомляемости учащихся и ее влияния на изменение показателей внимания // Педагогический журнал. 2020. Т. 10. № 4-1. С. 55–59. doi: 10.34670/AR.2020.70.50.008
24. Параничева Т.М., Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н., Лезжова Г.Н., Тюрина Е.В., Орлов К.В. Учебная, вне-учебная и общая нагрузка, режим дня старшеклассников при интеллектуальных нагрузках повышенной интенсивности // Новые исследования. 2016. №4. С. 71–84.

REFERENCES

1. Krasnikova IV, Muravyova VA. Influence of training load on the functional state of schoolchildren and students. *Izvestiya Tul'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Estestvennye Nauki*. 2021;(4):65-77. (In Russ.) doi: 10.24412/2071-6176-2021-4-65-77
2. Samoylova AM, Malyshev RA. The state of health, the level of physical readiness and motor activity of schools at the modern stage. *Mezhdunarodnyy Studencheskiy Nauchnyy Vestnik*. 2021;(6):49. (In Russ.)
3. Aleksandrova IE. On the relationship between the indicators of students with the fatigue factors of the lesson and the school schedule. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017;(8(293)):24-26. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2017-293-8-24-26
4. Aleksandrova IE. Hygienic assessment of the educational schedule in the conditions of the school digital environment. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018;(3(300)):15-17. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-300-3-15-17
5. Tsukareva EA, Avchinnikov AV, Sidorenkova LM, Avchinnikova SO, Koryakina YP. Hygienic assessment of factors of learning environment and organization of the educational process at schools in Smolensk. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(11(332)):36-40. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-332-11-36-40
6. Alexandrova IE, Ayzatova MV. Functional state of the body of elementary schoolchildren when using e-learning tools. *RMZh. Mat' i Ditya*. 2022;5(2):157-163. (In Russ.) doi: 10.32364/2618-8430-2022-5-2-157-163
7. Berezina NO, Alexandrova IE, Ayzatova MV, Mirskaya NB. The use of interactive panels in the classroom and health of schoolchildren. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;29(10):22-26. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-29-10-22-26
8. Alexandrova IE, Ulanova SA. To the question of the hygienic assessment of school lesson. *Sanitarnyy Vrach*. 2018;(3):22-26. (In Russ.)
9. Aleksandrova IE. Hygienic assessment of school timetable and active use at lessons of electronic devices. *Voprosy Shkol'noy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2020;(1):12-21. (In Russ.)
10. Dogadkina SB, Kmit GV, Rubleva LV. Influence of information and communication technologies (ICT) in education on the functional state of the organism in schoolchildren (analytical review). *Novye Issledovaniya*. 2020;(3(63)):132-150. (In Russ.) doi: 10.46742/2072-8840-2020-63-3-132-150
11. Milushkina OYu, Skoblina NA, Markelova SV, Tatarinchik AA, Bokareva NA, Fedotov DM. Assessing health risks for schoolchildren and students caused by exposure to educational and entertaining information technologies. *Health Risk Analysis*. 2019;(3):135-143. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.16.eng
12. Tahchidi HP, Gracheva MA, Kazakova AA, Strizhebok AV, Vasilyeva NN. The role of modern information technologies in the educational programs for children with normal visual functions and with ophthalmopathology. *Vestnik Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2020;75(2):144-153. (In Russ.) doi: 10.15690/vramn1186
13. Sankov SV, Kuchma VR. Hygienic assessment of the impact of the modern schools' electronic information-educational environment on children. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*. 2019(3):98-103. (In Russ.) doi: 10.24411/2075-4094-2019-16380
14. Biller AM, Meissner K, Winnebeck EC, Zerbini G. School start times and academic achievement – A systematic review on grades and test scores. *Sleep Med Rev*. 2022;61:101582. doi: 10.1016/j.smrv.2021.101582
15. Timotheou S, Miliou O, Dimitriadis Y, et al. Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Educ Inf Technol (Dordr)*. 2023;28(6):6695-6726. doi: 10.1007/s10639-022-11431-8
16. Estevan I, Tassinio B, Vetter C, Silva A. Challenged by extremely irregular school schedules, Uruguayan adolescents only set their waking time. *J Adolesc*. 2022;94(3):488-492. doi: 10.1002/jad.12036
17. Ziporyn TD, Malow BA, Oakes K, Wahlstrom KL. Self-report surveys of student sleep and well-being: A review of use in the context of school start times. *Sleep Health*. 2017;3(6):498-507. doi: 10.1016/j.sleh.2017.09.002
18. Bortes C, Strandh M, Nilsson K. Health problems during childhood and school achievement: Exploring associations between hospitalization exposures, gender, timing, and compulsory school grades. *PLoS One*. 2018;13(12):e0208116. doi: 10.1371/journal.pone.0208116
19. Gerasimenko KS. [Fatigue and methods of its prevention.] In: *Student Scientific Forum: Proceedings of the IX International Student Scientific Conference*. Saratov; 2017. (In Russ.) Accessed December 12, 2024. <https://scienceforum.ru/2017/article/2017040650>
20. Dymova IA, Karoyan AA. Medicosocial problems of pupils' health according to survey results. *Permskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2019;36(5):83-87. (In Russ.) doi: 10.17816/pmj36583-87
21. Balayeva ShM, Suleymanzadeh NG. Influence of new forms of learning on the physical development of junior children. *Voprosy Shkol'noy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2017;(4):51-54. (In Russ.)
22. Zaitseva NV, Ustinova OYu, Luzhetskiy KP, et al. Risk-associated health disorders occurring in junior schoolchildren who attend schools with higher stress and intensity of educational process. *Health Risk Analysis*. 2017;(1):62-80. doi: 10.21668/health.risk/2017.1.08
23. Luganova SG. Study of fatigue level of pupils and its impact on changes in attention indicators. *Pedagogicheskiy Zhurnal*. 2020;10(4-1):55-59. (In Russ.) doi: 10.34670/AR.2020.70.50.008
24. Paranicheva TM, Makarova LV, Lukjanec GN, Lezhova GN, Tyurina EV, Orlov KV. The educational, extracurricular, shared load and the mode of the day the high school students with intellectual activity of high intensity. *Novye Issledovaniya*. 2016;(4(49)):71-84. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Уточкин Юрий Анатольевич – к.м.н., доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения с курсом права ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера»; e-mail: utochkinua@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7430-8521>.

✉ **Таибова** Далила Руслановна – ординатор 1-го года ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова»; e-mail: taibova.96@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2381-6259>.

Салихова Нурия Раифовна – студентка 5-го курса педиатрического факультета ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера»; e-mail: Nur_i_ya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5116-3307>.

Информация о вкладе авторов: концепция исследования: *Таибова Д.Р., Уточкин Ю.А.*; сбор данных, анализ и интерпретация результатов: *Таибова Д.Р., Салихова Н.Р.*; обзор литературы: *Уточкин Ю.А., Таибова Д.Р.*; подготовка проекта рукописи: *Таибова Д.Р.* Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант.

Соблюдение этических стандартов: протокол № 5 локального этического комитета ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ от 15.09.2022. Все участники подписали добровольное информированное согласие на проведение обследования.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 26.11.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

Yuri A. **Utochkin**, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Public Health and Healthcare with a Law Course, Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner; e-mail: utochkinua@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7430-8521>.

✉ Dalila R. **Taibova**, 1st year resident, Pirogov Russian National Research Medical University; e-mail: taibova.96@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2381-6259>.

Nuria R. **Salikhova**, 5th year student, Pediatric Faculty, Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner; e-mail: Nur_i_ya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5116-3307>.

Author contributions: study conception and design: *Taibova D.R., Utochkin Yu.A.*; data collection, analysis and interpretation of results: *Taibova D.R., Salikhova N.R.*; bibliography compilation and referencing: *Utochkin Yu.A., Taibova D.R.*; draft manuscript preparation: *Taibova D.R.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Ethics approval was provided by the Institutional Ethics Committee of the Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner (protocol No. 5 of September 15, 2022). All participants gave a written informed consent to be examined.

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

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

Received: November 26, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024



Мелкодисперсные пыли в атмосферном воздухе городов федерального проекта «Чистый воздух» как фактор риска здоровью и объект управления

И.В. Май, С.Ю. Загороднов

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

Резюме

Введение. Мелкодисперсные частицы PM₁₀, PM_{2,5} доказано влияют на состояние здоровья населения, формируя в определенных концентрациях дополнительные заболевания дыхательной, сердечно-сосудистой, иммунной систем и повышенную смертность.

Цель исследования: оценка уровня содержания мелкодисперсных пылей в атмосферном воздухе ряда городов федерального проекта «Чистый воздух», рисков для здоровья, формируемых этими соединениями, и анализ перспектив управления загрязнением.

Материалы и методы. Эмпирической базой являлись более 10 тысяч результатов инструментальных измерений PM₁₀ и PM_{2,5} системы социально-гигиенического мониторинга Роспотребнадзора в 11 городах федерального проекта «Чистый воздух». Риск от воздействия PM₁₀ оценивали через индексы опасности по верхней 95%-й границе среднегодовых значений. Параметры источников выбросов анализировали по информации сводных баз данных городов.

Результаты. Установлено, в Красноярске, Новокузнецке, Липецке, Магнитогорске Медногорске, Челябинске, Чите и Омске в ходе мониторинга частицы PM₁₀ фиксируются на уровнях до 2,3 ПДК_{сг}; PM_{2,5} – на уровнях до 2,8 ПДК_{сг}. При воздействии PM₁₀ в Красноярске и Новокузнецке фиксируются высокие неприемлемые риски формирования болезней органов дыхания (HQ₉₅ = 3,61–4,73); в городах Омск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Чита риски для здоровья оцениваются как недопустимые, настораживающие (HQ₉₅ = 1,1–1,9). В сводных базах данных параметров стационарных источников выбросов рассмотренных городов мелкодисперсные фракции пылей PM₁₀ и PM_{2,5} не выделены.

Заключение. Совершенствование системы управления качеством воздуха предполагает разработку и внедрение расчетных методик установления состава пылевых выбросов с выделением мелкодисперсных фракций; разработку и правовое закрепление методик инструментального измерения фракций PM₁₀ и PM_{2,5} в промышленных выбросах. Результаты мониторинга мелкодисперсных пылей и динамика риска здоровью должны рассматриваться как объективные показатели эффективности мероприятий по подавлению опасных выбросов, в том числе в рамках федерального проекта «Чистый воздух».

Ключевые слова: атмосферный воздух, мелкодисперсные частицы, PM₁₀, PM_{2,5}, риск здоровью, мониторинг.

Для цитирования: Май И.В., Загороднов С.Ю. Мелкодисперсные пыли в атмосферном воздухе городов федерального проекта «Чистый воздух» как фактор риска здоровью и объект управления // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 39–47. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-39-47

Fine Particles in Ambient Air of the Cities Included in the Clean Air Federal Project as Health Risk Factors and Control Objects

Irina V. May, Sergey Yu. Zagorodnov

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

Summary

Introduction: Fine respirable particles PM₁₀ and PM_{2.5} are known to affect human health; in certain concentrations, they are able to induce additional cases of respiratory, cardiovascular, and immune diseases and increased mortality rates.

Objectives: To evaluate fine particle concentrations in some cities included in the Clean Air Federal Project, to assess health risks posed by these chemicals, and to analyze prospects of pollution control.

Materials and methods: The empirical base included over 10,000 concentrations of PM₁₀ and PM_{2.5} measured within the public health monitoring system maintained by the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor) in 11 cities involved in the Clean Air Federal Project. Risks posed by exposure to PM₁₀ were assessed using hazard quotients at the upper limit of the 95 % confidence interval of mean annual levels. Parameters of emission sources were analyzed using information from consolidated databases created for the selected cities.

Results: We established that in the cities of Krasnoyarsk, Novokuznetsk, Lipetsk, Magnitogorsk, Mednogorsk, Chelyabinsk, Chita, and Omsk, ambient PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations were up to 2.3 and 2.8 times higher than the average annual maximum allowable concentrations, respectively. In Krasnoyarsk and Novokuznetsk, PM₁₀ exposures posed high unacceptable risks of respiratory diseases (HQ₉₅ = 3.61–4.73). In the cities of Omsk, Lipetsk, Magnitogorsk, Mednogorsk, and Chita, health risks were assessed as unacceptable and alerting (HQ₉₅ = 1.1–1.9). In summary databases of stationary emission source parameters, PM₁₀ and PM_{2.5} are not specified.

Conclusion: Improvement of the air quality management system involves developing and implementing calculation methods for establishing the composition of dust emissions with the allocation of fine fractions; developing and legally securing methods for instrumental measurement of PM₁₀ and PM_{2.5} in industrial emissions. PM monitoring results and changes in health risks should be considered as objective indicators of effectiveness of measures aimed at reducing harmful emissions, including those implemented within the Clean Air Federal Project.

Keywords: ambient air, fine particles, PM₁₀, PM_{2.5}, health risk, monitoring.

Cite as: May IV, Zagorodnov SYu. Fine particles in ambient air of the cities included in the Clean Air Federal Project as health risk factors and control objects. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):39–47. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-39-47

Введение. Повышенное пылевое загрязнение атмосферного воздуха крупных промышленных городов остается актуальной и не полностью решенной проблемой. По данным государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году»¹ в 36 из 40 российских городов, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) достигает или превышает 14 (очень высокое загрязнение), взвешенные вещества (пыли) входят в перечень приоритетов, формирующих это загрязнение. Среди указанных городов: Красноярск, Магнитогорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Чита, Кемерово, Махачкала, Черногорск, Новочеркасск, Южно-Сахалинск и ряд других.

Значимость взвешенных веществ в загрязнении атмосферного воздуха крупных городов отмечается и в ежегодном сборнике «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2022» ФГБУ «ГГО»². Указывается, что пылевое загрязнение является определяющим для 75 городов с высоким загрязнением воздуха, где ИЗА составляет от 7 до 13.

Многочисленными исследованиями доказано, что твердые частицы в воздухе вызывают ухудшение комфортности проживания и качества жизни населения в целом; нарушают нормальное функционирование дыхательной и сердечно-сосудистой систем [1–3]. Выявлено, что особо чувствительными группами к воздействию высокого уровня пыли относятся дети, пожилое поколение, население с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, с респираторными заболеваниями, включая курильщиков [4, 5].

В последние несколько десятилетий в научной литературе появляется все больше публикаций, доказывающих, что наиболее опасными фракциями пыли в воздухе являются частицы диаметром менее 10 мкм (PM10) и 2,5 мкм (PM2,5) [6–9]. Пылинки размером до 10 мкм способны проникать в легкие и альвеолы, размером 2,5 мкм и менее могут преодолевать аэрогематический барьер и попадать в кровеносную систему [10, 11].

В ряде исследований показано, что возрастание содержания пыли с размером частиц до 10 мкм имеет следствием повышение смертности населения, в том числе по причинам кардиореспираторного характера [11, 12]. Имеются данные московских ученых о том, что присутствие в воздухе частиц PM10 формирует дополнительную смертность среди жителей столицы на уровне порядка 1 % от показателя общей смертности без учета внешних причин [13]. Этих потерь, несомненно, можно было бы избежать при соблюдении нормативного качества воздуха и эффективном управлении пылевым загрязнением [14]. Нередко мелкодисперсные пыли опасны тем, что сорбируют на своей поверхности и переносят на значительные расстояния высокотоксичные

соединения: соли и оксиды тяжелых металлов, реактивную органику, включая канцерогенные вещества [15–17].

На базе накопленных данных о крайне опасных последствиях присутствия в воздухе населенных мест мелкодисперсных твердых частиц, Всемирная организация здравоохранения в 2021 году опубликовала новые глобальные рекомендации по качеству воздуха. В них еще раз подтверждено, что порядка 80 % случаев смерти от воздействия PM2,5 можно предотвратить средствами, обеспечивающими достижение безопасных концентраций частиц в приземном слое атмосферы (в области дыхания человека) [18].

Федеральная служба по защите прав потребителей и благополучия человека как орган, ответственный за установление гигиенических нормативов качества среды обитания, еще в 2010 г. утвердила ПДК мелкодисперсных частиц PM10 и PM2,5. Государственные критерии должны быть обеспечены повсеместно, их достижение должны быть сориентированы все хозяйствующие субъекты, имеющие источники выбросов данных веществ³. PM10 и PM2,5 включены в перечень веществ, подлежащих государственному регулированию в области охраны окружающей среды, что закреплено Распоряжением Правительства РФ⁴.

Следует отметить, что меры государственного регулирования качеством атмосферного воздуха в последние годы претерпевают существенную модернизацию. Повышается значимость внедрения наилучших доступных технологий, совершенствуются механизмы установления нормативов допустимых выбросов. На решение последней задачи направлен эксперимент по квотированию выбросов, прежде всего в городах, включенных в федеральный проект «Чистый воздух» [19]. В рамках реализации проекта с 2020 г. в 12 городах страны (Братске, Красноярске, Липецке, Магнитогорске, Медногорске, Нижним Тагиле, Новокузнецке, Норильске, Омске, Челябинске, Череповце, Чите) ведется мониторинг качества воздуха и отрабатываются механизмы снижения наиболее опасных (приоритетных) примесей, по которым фиксируются превышения гигиенических нормативов и которые формируют неприемлемые риски нарушения здоровья населения.

Целью исследования являлась оценка уровня содержания мелкодисперсных пылей в атмосферном воздухе ряда городов федерального проекта «Чистый воздух», рисков для здоровья, формируемых этими соединениями, и анализ перспектив возможности минимизации рисков через управление выбросами.

Материалы и методы. Оценку содержания мелкодисперсных пылей в атмосферном воздухе выполняли по результатам социально-гигиенического

¹ О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2023.

² Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2022 г.: Ежегодник – Санкт-Петербург: ООО «Амирит», 2022. 254 с.

³ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 668 с.

⁴ Распоряжение Правительства РФ от 20 октября 2023 г. № 2909-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды».

мониторинга (СГМ), проводимого центрами гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора в субъектах федерации в течение 2022–2023 гг. Данные предоставлены по 11 городам – участникам ФП «Чистый воздух»: Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец, Чита. Во всех городах на каждом из постов мониторинга ежегодно выполнялось не менее 300 разовых и/или 75 суточных измерений PM_{10} , $PM_{2,5}$, что позволило получить корректные среднегодовые величины и значения верхней 95%-й границы диапазона концентраций. В целом приведенные результаты основаны на обработке более 10 тысяч измерений. При сопоставлении с ПДКсг применяли среднюю за год концентрацию примеси, ориентируясь на критерии безопасности, установленные СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: ПДКсг PM_{10} = 0,04 мг/м³; ПДКсг $PM_{2,5}$ = 0,025 мг/м³.

Риск оценивали с применением алгоритмов и критериев, изложенных в Руководстве Р 2.1.10.3968–23⁵. Поскольку частицы $PM_{2,5}$ при измерении входят во фракцию частиц размером менее 10 мкм (PM_{10}), во избежание переоценки, аггравации результатов риск оценивали по показателю коэффициента опасности (hazard quotient, HQ) только от воздействия PM_{10} . В качестве референтного уровня при хроническом воздействии PM_{10} использовали значение 0,04 мг/м³. Экспозицию оценивали по верхним 95%-м доверительным границам среднесуточных концентраций за год. Коэффициент опасности в диапазоне более 1,0 до 3,0 рассматривали как характеризующий риск на уровне неприемлемый «настораживающий», выше 3,0 – неприемлемый «высокий». HQ не более единицы характеризовал приемлемый (допустимый) риск.

Параметры потенциальных источников выбросов взвешенных частиц оценивали по данным сводных баз данных об источниках, переданных Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Росприроднадзором

в 2020 г. в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» и эксперимента по квотированию выбросов.

Результаты. Результаты инструментальных измерений уровней загрязнения атмосферного воздуха, фиксируемые на стационарных постах СГМ, показали, что практически повсеместно регистрировались небезопасные уровни мелкодисперсных пылей. Так, к примеру, в г. Красноярске в 2022 г. было зафиксировано 38 случаев превышений ПДК_{мр} (до 3,3 ПДК_{мр}) и 89 случаев превышения ПДК_{мр} по $PM_{2,5}$ (до 6,0 ПДК_{мр}).

В Новокузнецке в 2022 г. на четырех постах было зарегистрировано 46 случаев нарушения ПДК_{мр} по PM_{10} и 126 случаев нарушения ПДК_{сс} по этому веществу с кратностью до 7 ПДК_{сс}. Превышения гигиенических нормативов по PM_{10} и/или $PM_{2,5}$ были отмечены в Омске, Липецке, Медногорске, Челябинске и Чите.

Анализ годовой динамики суточных концентраций в таких городах, как Красноярск и Новокузнецк, свидетельствовал о выраженном повышении содержания мелкодисперсных частиц в воздухе в холодные периоды года (рис. 1). Последнее вполне объяснимо использованием в данных городах угля как основного вида топлива и влиянием объектов энергетики на загрязнение атмосферы. Соответственно, возникает предположение о наличии мелкодисперсных частиц в выбросах источников данного профиля.

В городах, где в энергетике используются иные виды топлив (Омск, Магнитогорск, Медногорск, Липецк, Челябинск), годовой ход концентраций мелкодисперсных пылей носит более равномерный характер. В качестве примера на рис. 2 приведен годовой ход концентраций PM_{10} в Липецке. Разброс и вариабельность концентраций не столь значительны, как в городах с энергетикой, ориентированной на уголь. Более того наиболее высокие концентрации PM_{10} и $PM_{2,5}$ фиксируются в летнее время.

Несмотря на специфику динамики загрязнения воздуха пылевыми частицами, высокие разовые и среднесуточные концентрации примесей

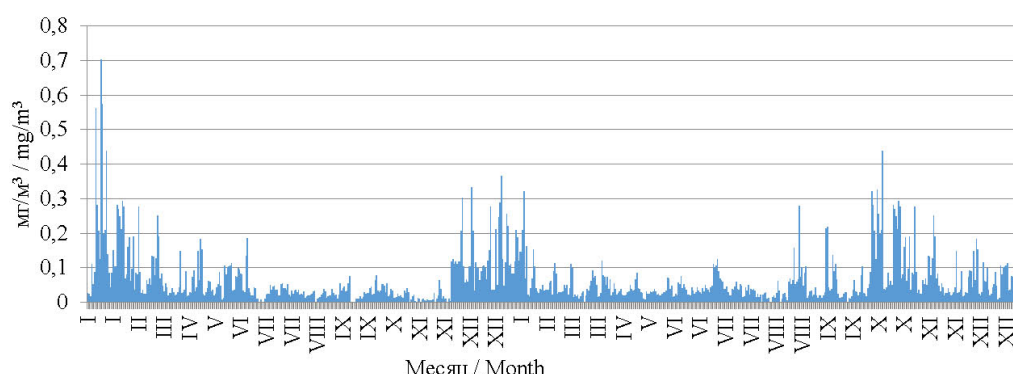


Рис. 1. Годовая динамика концентраций PM_{10} в воздухе г. Красноярска, 2022–2023 гг. (разовые измерения на постах СГМ, $N = 703$)

Fig. 1. Annual dynamics of ambient PM_{10} concentrations in Krasnoyarsk, 2022–2023 (single measurements at SHM sites, $N = 703$)

⁵ Р 2.1.10.3968–23 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 06.09.2023.

сказывались на среднегодовых уровнях загрязнения. В Красноярске, Липецке, Магнитогорске и Новокузнецке среднегодовые концентрации PM10 были выше установленных гигиенических нормативов в 2022, и в 2023 гг.; в Медногорске – в 2022 г. (табл. 1).

При этом верхняя 95%-я доверительная граница годового диапазона суточных концентраций в 2022 г. была выше гигиенического норматива в десяти из одиннадцати рассматриваемых городов (в Норильске эта величина составила 0,7 ПДКсг); в 2023 г. – в семи из одиннадцати. В целом отмечаются позитивные тенденции к снижению среднегодовых уровней загрязнения PM2,5 во всех городах, кроме Красноярска. Особенно выражено улучшение качества воздуха в Медногорске, Норильске и Нижнем Тагиле. Сохраняется стабильным уровень в Чите, Череповце, Челябинске, Омске. Насколько устойчивой является эта тенденция, можно будет оценить по результатам мониторинга 2024 г.

Среднегодовые концентрации PM10 в Красноярске, Липецке и Новокузнецке в 2022 г. превышали уровень 0,04 мг/м³, который принят в качестве референтного, безопасного для здоровья человека при хроническом воздействии. В Магнитогорске и Медногорске среднегодовые концентрации, составляя порядка 0,036 мг/м³, были очень близки к допустимой границе (табл. 2).

Верхняя 95%-я доверительная граница, установленная по среднесуточным концентрациям и рекомендованная для оценки риска здоровью, превышала референтные уровни в 7 из 12 городов и в 2022, и в 2023 гг.

В Красноярске и Новокузнецке коэффициент опасности (HQ) превышал уровень 3,0 (4,23 и 4,73 соответственно), что свидетельствовало о неприемлемом высоком риске для здоровья населения, прежде всего в части возникновения болезней органов дыхания. Коэффициенты опасности в 2023 г. несколько снизились до 4,03 и 3,61, что ниже, чем

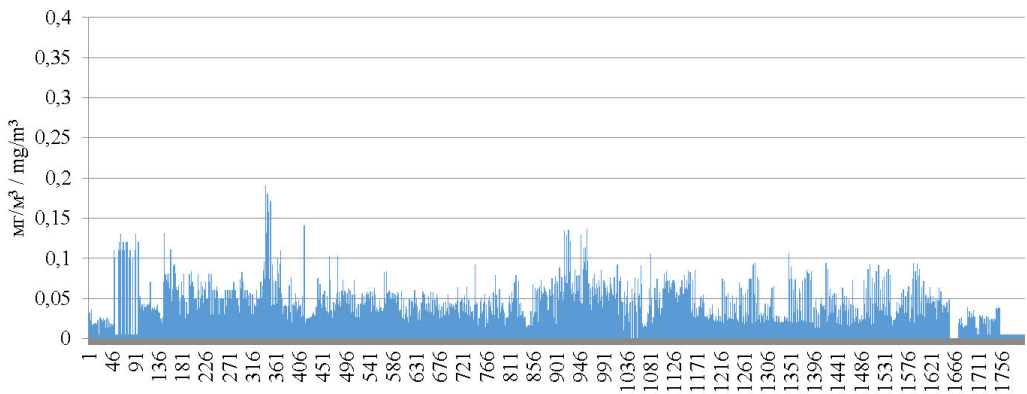


Рис. 2. Годовая динамика концентраций PM10 в воздухе г. Липецка, 2022–2023 гг.
(разовые измерения на постах СГМ, N = 1830)

Fig. 2. Annual dynamics of ambient PM10 concentrations in Lipetsk, 2022–2023
(single measurements at SHM sites, N = 1,830)

Таблица 1. Содержание PM2,5 в воздухе городов федерального проекта «Чистый воздух» по данным постов социально-гигиенического мониторинга в 2022–2023 гг.

Table 1. Ambient PM2.5 levels in the cities included in the Clean Air Federal Project measured in 2022–2023

Города / Cities	Среднегодовая концентрация PM2,5 / Average annual PM2.5 concentration					
	2022			2023		
	$M \pm m, \text{мг/м}^3 /$ $M \pm m, \text{mg/m}^3$	Верхняя 95%-я граница диапазона, $\text{мг/м}^3 /$ Upper bound of 95 % CI, mg/m^3	Доли ПДКсг / Proportion of average annual MAC	$M \pm m, \text{мг/м}^3 /$ $M \pm m, \text{mg/m}^3$	Верхняя 95%-я граница диапазона, $\text{мг/м}^3 /$ Upper bound of 95 % CI, mg/m^3	Доли ПДКсг / Proportion of average annual MAC
Красноярск / Krasnoyarsk	0,054 ± 0,024	0,169	2,15	0,059 ± 0,027	0,109	2,35
Липецк / Lipetsk	0,040 ± 0,019	0,077	1,60	0,027 ± 0,012	0,051	1,09
Магнитогорск / Magnitogorsk	0,034 ± 0,018	0,069	1,37	0,027 ± 0,011	0,049	1,06
Медногорск / Mednogorsk	0,028 ± 0,016	0,072	1,12	0,011 ± 0,006	0,023	0,44
Нижний Тагил / Nizhny Tagil	0,011 ± 0,004	0,026	0,45	0,002 ± 0,002	0,006	0,09
Новокузнецк / Novokuznetsk	0,081 ± 0,054	0,189	2,81	0,043 ± 0,019	0,079	1,70
Норильск / Norilsk	0,007 ± 0,005	0,017	0,26	0,004 ± 0,002	0,035	0,25
Омск / Omsk	0,018 ± 0,007	0,033	0,72	0,015 ± 0,009	0,038	0,76
Челябинск / Chelyabinsk	0,011 ± 0,006	0,030	0,43	0,011 ± 0,005	0,022	0,43
Череповец / Cherepovets	0,015 ± 0,009	0,042	0,58	0,015 ± 0,007	0,027	0,58
Чита / Chita	0,023 ± 0,011	0,046	0,96	0,024 ± 0,011	0,046	0,96

Таблица 2. Содержание PM10 в воздухе городов федерального проекта «Чистый воздух» и коэффициенты опасности веществ по данным постов социально-гигиенического мониторинга в 2022–2023 гг.
Table 2. Ambient PM10 levels in the cities included in the Clean Air Federal Project measured in 2022–2023 and estimated hazard quotients

Города / Cities	Среднегодовая концентрация PM10 / Average annual PM10 concentration							
	2022				2023			
	$M \pm m, \text{мг/м}^3 /$ $M \pm m, \text{mg/m}^3$	Верхняя 95%-я граница диапазона, $\text{мг/м}^3 /$ Upper bound of 95 % CI, mg/m^3	ПДКср / HQCp ⁶ / Average annual MAC/ HQ	HQ95	$M \pm m, \text{мг/м}^3 /$ $M \pm m, \text{mg/m}^3$	Верхняя 95%-я граница диапазона, $\text{мг/м}^3 /$ Upper bound of 95 % CI, mg/m^3	HQcp	HQ95
Красноярск / Krasnoyarsk	0,091 ± 0,048	0,169	2,28	4,23	0,063 ± 0,047	0,161	1,58	4,03
Липецк / Lipetsk	0,043 ± 0,018	0,077	1,08	1,93	0,030 ± 0,016	0,060	0,74	1,50
Магнитогорск / Magnitogorsk	0,036 ± 0,018	0,069	0,90	1,73	0,028 ± 0,016	0,074	0,70	1,85
Медногорск / Mednogorsk	0,036 ± 0,019	0,072	0,90	1,80	0,020 ± 0,009	0,053	0,51	1,32
Нижний Тагил / Nizhny Tagil	0,016 ± 0,007	0,030	0,40	0,75	0,004 ± 0,002	0,009	0,09	0,23
Новокузнецк / Novokuznetsk	0,081 ± 0,054	0,189	2,03	4,73	0,094 ± 0,050	0,144	1,18	3,61
Норильск / Norilsk	0,008 ± 0,005	0,011	0,20	0,28	0,010 ± 0,008	0,026	0,25	0,65
Омск / Omsk	0,023 ± 0,014	0,046	0,58	1,15	0,015 ± 0,009	0,038	0,38	0,95
Челябинск / Chelyabinsk	0,016 ± 0,010	0,035	0,41	0,88	0,028 ± 0,014	0,060	0,70	1,50
Череповец / Cherepovets	0,017 ± 0,011	0,031	0,43	0,78	0,011 ± 0,013	0,026	0,26	0,65
Чита / Chita	0,024 ± 0,015	0,041	0,60	1,08	0,028 ± 0,015	0,047	0,07	1,18

в 2022 г., но недостаточно, чтобы риск был отнесен к другой категории.

В городах Липецке, Магнитогорске, Медногорске, Омске (2022 г.), Чите, Новокузнецке, и Челябинске (2023 г.) риски здоровью жителей при воздействии PM10 оценивались как настораживающие. Риск в данном диапазоне (HQ = 1,1–3,0) классифицируется как неприемлемый. Соответственно, необходимы действия по его минимизации. Эти действия должны быть предприняты прежде всего в отношении источников, выбросы которых содержат мелкодисперсные пыли.

Анализ сводных баз данных источников для 12 городов ФП «Чистый воздух» показал, что учет мелкодисперсных пылей в составе пылевых выбросов от стационарных источников скорее исключение, чем правило. Частицы PM2,5 и менее указаны только для одного источника в сводной базе стационарных источников г. Липецка (0,0032 г/сек; менее 1 г в год). PM10 вообще отсутствует в сводных базах данных выбросах как загрязняющая примесь. PM2,5 учтены как составляющие выбросов автотранспортных средств с дизельными двигателями. При этом принимаемые в сводные расчеты массы выбросов PM2,5 крайне незначительны в сравнении с суммарными выбросами твердых веществ в целом по городу: Братск 4,71 т/год (при выбросе твердых веществ на уровне 15,4 тысячи тонн в год)⁷, Красноярск – 22,8 т/год (при выбросе твердых почти 20 тысяч тонн в год), Липецк 6,3 т/год (при сумме пылей около 7 тысяч тонн/год) и т. п.

Как следствие в результате сводных расчетов приземные концентрации PM2,5 даже в точках максимумов фиксируются на уровнях, не превышающих 0,8 ПДКср. Данные о приземных концентрациях PM10 в сводных расчетах отсутствуют.

Вместе с тем регистрация мелкодисперсных пылей в воздухе инструментальными методами свидетельствует о наличии источников этих примесей, а фиксация частиц PM2,5 на постах мониторинга, удаленных от автомагистралей, и в периоды минимальной транспортной нагрузки позволяют делать выводы о том, что не только транспорт является источником данного вида загрязнения атмосферы.

В составе выбросов в сводных базах данных стационарных и передвижных источников присутствует более 20 видов различных твердых веществ: пыль неорганическая с различным содержанием оксида кремния (70–20 %; до 20 %; более 70 %), пыль абразивная, пыль древесная, пыль зерновая; пыль сахара, сахарной пудры (сахарозы), пыль резинового вулканизата, каменного угля и т.п., но фрагментация выбросов по дисперсному составу отсутствует. Таким образом, имея де-факто загрязнение атмосферы мелкодисперсными частицами, выполнить процедуру обоснования сокращения выбросов не представляется возможным в силу отсутствия объектов управления – источников выбросов этих частиц.

Обсуждение. Ряд научно-технических материалов и публикаций свидетельствуют, что мелкодисперсные пыли являются составной частью пылевых выбросов многих производств и технологических процессов.

⁵ Р 2.1.10.3968–23 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 06.09.2023.

⁶ Согласно СанПиН 1.2.3685–21 ПДКср для PM10 равна мг/м^3 , установлена с учетом критериев риска для здоровья, совпадает с референтным уровнем, принимаемым для оценки риска здоровью населения.

⁷ Отчет о выполнении работ «Формирование сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха для городов Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита, включая инструментальные обследования загрязнения атмосферного воздуха. Проведение анализа репрезентативности существующей сети инструментальных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха и возможные пути развития». СПб.: АО НИИ Атмосферы. 2020. 164 с.

Доказано инструментальными методами наличие PM10 и PM2,5 в составе пылегазовых выбросов строительной, металлургической, горнодобывающих отраслей [20–23]. Объекты энергетики, работающие на твердом топливе, также образуют частицы с диаметрами менее 10 мкм [24, 25]. Представляется крайне актуальной задачей развитие нормативно-методической базы, директивно обязывающей хозяйствующие субъекты выделять в составе пылевых выбросов фракции с размерами частиц менее 10 и 2,5 мкм. Действующее на текущий момент распоряжение Минприроды России № 38-Р от 26.12.2022 (в редакции от 19.17.2024)⁸ содержит перечень из 129 методик расчета состава и масс выбросов. Из указанного списка 65 методик предусматривают учет отдельных видов твердых соединений, однако только три из них предполагают учет в составе выбросов частиц PM10 и PM2,5: «Методика расчета выбросов от источников горения...»⁹, «Методика определения и расчета выбросов загрязняющих веществ от лесных пожаров»¹⁰, «Методика по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от факельных установок по сжиганию попутного нефтяного газа...»¹¹.

Хозяйствующие субъекты, выполняя инвентаризацию источников выделения и выбросов, используют стандартизованные и утвержденные методики, не требующие дополнительных инструментальных измерений. Более того, в государственном реестре методов измерений¹² на сегодня отсутствуют утвержденные методики определения мелкодисперсных фракций пыли в промышленных выбросах. Последнее существенно осложняет применение инструментальных методов измерений при проведении инвентаризации источников. А в силу того, что статья 4 Федерального закона 20.12.20021 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»¹³ закрепляет, что меры государственного регулирования применяются в отношении загрязняющих веществ при наличии методик (методов) измерения загрязняющих веществ, регулирование и сокращение выбросов PM10 и PM2,5 теряют правовую поддержку. Как следствие, мелкодисперсные фракции пыли «выпадают» из системы государственного нормирования выбросов. При этом, как показало в том числе настоящее исследование, неприемлемые риски для здоровья, которые формируют опасные частицы, сохраняются. Только в Красноярске и Новокузнецке в условиях высокого риска, сформированного мелкодисперс-

ными пылями проживает более 1,5 млн человек. При этом следует отметить, что в этих городах и в 2021 г. регистрировали высокие уровни PM10 (Красноярск – 0,054 мг/м³; Новокузнецк – 0,082 мг/м³). Еще 1,5 млн граждан испытывают повышенный настораживающий риск в Челябинске, Магнитогорске, Медногорске. То есть ситуация остается проблемной и требует мер по улучшению.

Мониторинг мелкодисперсных пылей, управление выбросами этих опасных примесей и контроль результативности управления через анализ рисков здоровью должны рассматриваться как важнейшие инструменты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [26].

Заключение. Атмосферный воздух городов, вошедших в федеральный проект «Чистый воздух»: Красноярск, Новокузнецк, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Челябинск, Чита, Омск характеризовался в 2022–2023 гг. среднегодовыми концентрациями мелкодисперсных частиц PM10 и/или PM2,5 на уровнях 1,1–2,8 ПДКсг. Частицы PM10 формировали в Красноярске и Новокузнецке недопустимые высокие риски возникновения болезней органов дыхания (HQ95 = 3,61–4,73). В городах Омск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Чита риски для здоровья оценивались как недопустимые настораживающие (HQ95 = 1,1–1,9). В сводных базах данных параметров стационарных источников выбросов рассмотренных городов мелкодисперсные фракции пыли PM10 и PM2,5 не выделены.

Перспективы совершенствования системы государственного управления качеством воздуха и минимизации рисков здоровью населения лежат в плоскости разработки и внедрения расчетных методик состава пылевых выбросов отдельных производств с обязательным выделением в их составе мелкодисперсных фракций; разработки и правового закрепления методик инструментальных измерений фракций PM10 и PM2,5 в промышленных выбросах.

Результаты мониторинга мелкодисперсных пылей в атмосферном воздухе населенных пунктов могут и должны рассматриваться как объективные показатели эффективности мероприятий по подавлению опасных выбросов, в том числе в рамках федерального проекта «Чистый воздух».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нахратова О.В., Цыганкова Д.П., Баздырев Е.Д. Влияние загрязнения атмосферного воздуха взвешенными

⁸ Распоряжение Минприроды России № 38-Р от 26.12.2022 (в редакции от 19.17.2024). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/metodicheskie_dokumenty/metodiki_rascheta_vybrosov_vrednykh_zagryaznyayushchikh_veshchestv_v_atmosfernyy_vozdukh_statsionarn/ (дата обращения: 02.09.2024).

⁹ Методика расчета выбросов от источников горения при разливе нефти и нефтепродуктов (утверждена приказом Госкомэкологии России от 05.03.1997 № 90).

¹⁰ Методика определения и расчета выбросов загрязняющих веществ от лесных пожаров (утверждена приказом Госкомэкологии России от 05.03.1997 № 90).

¹¹ Методика по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от факельных установок по сжиганию попутного нефтяного газа (ПНГ) с дополнительной подачей воздуха (используемых на объектах ООО «ЯРГЕО» или аналогичных установок) (утверждена Генеральным директором АО «НИИ Атмосфера» О.А. Марцынковским и Генеральным директором ООО «ЯРГЕО» А.В. Подшибякиным, 2020).

¹² Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry> (дата обращения: 02.09.2024)

¹³ Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 8 августа 2024 года) (редакция, действующая с 1 сентября 2024 года).

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-39-47>
Original Research Article

- частицами на риск сердечно-сосудистых заболеваний (обзор) // Экология человека. 2022. Т. 29. № 8. С. 531–546. doi: [10.17816/humeco104609](https://doi.org/10.17816/humeco104609)
2. Pouri N, Karimi B, Kolivand A, Mirhoseini SH. Ambient dust pollution with all-cause, cardiovascular and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ*. 2024;912:168945. doi: [10.1016/j.scitotenv.2023.168945](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168945)
 3. Walter CM, Schneider-Futschik EK, Lansbury NL, Sly PD, Head BW, Knibbs LD. The health impacts of ambient air pollution in Australia: A systematic literature review. *Intern Med J*. 2021;51(10):1567–1579. doi: [10.1111/imj.15415](https://doi.org/10.1111/imj.15415)
 4. Zhang X, Zhao L, Tong DQ, Wu G, Dan M, Teng B. A systematic review of global desert dust and associated human health effects. *Atmosphere*. 2016;7(12):158. doi: [10.3390/atmos7120158](https://doi.org/10.3390/atmos7120158)
 5. Shin HH, Maquiling A, Thomson EM, Park IW, Stieb DM, Dehghani P. Sex-difference in air pollution-related acute circulatory and respiratory mortality and hospitalization. *Sci Total Environ*. 2022;806(Pt 3):150515. doi: [10.1016/j.scitotenv.2021.150515](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150515)
 6. Ochoa-Alvarado LM, Zafra-Mejía CA, Rondón-Quintana HA. Multitemporal analysis of the influence of PM10 on human mortality according to urban land cover. *Atmosphere*. 2022;13(12):1949. doi: [10.3390/atmos13121949](https://doi.org/10.3390/atmos13121949)
 7. Wu JZ, Ge DD, Zhou LF, Hou LY, Zhou Y, Li QY. Effects of particulate matter on allergic respiratory diseases. *Chronic Dis Transl Med*. 2018;4(2):95–102. doi: [10.1016/j.cdtm.2018.04.001](https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2018.04.001)
 8. WHO Regional Office for Europe. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project: Technical Report [Internet]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013. Accessed December 13, 2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK361803/>
 9. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц PM 10 и PM 2.5 в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий // Анализ риска здоровью. 2018. № 2. С. 14–22. doi: [10.21668/health.risk/2018.2.02](https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.2.02)
 10. Trippetta S, Sabia S, Caggiano R. Fine aerosol particles (PM1): Natural and anthropogenic contributions and health risk assessment. *Air Qual Atmos Health*. 2016;9(6):621–629. doi: [10.1007/s11869-015-0373-0](https://doi.org/10.1007/s11869-015-0373-0)
 11. Трусов П.В., Цинкер М.Ю., Зайцева Н.В., Нурисламов В.В., Свинцова П.Д., Кучуков А.И. Оценка пространственного распределения зон локализации риска развития бронхолегочной патологии на основе математического моделирования воздушно-пылевых потоков в дыхательных путях и легких человека // Анализ риска здоровью. 2024. № 2. С. 141–152. doi: [10.21668/health.risk/2024.2.13](https://doi.org/10.21668/health.risk/2024.2.13)
 12. Curtis L, Rea W, Smith-Willis P, Fenyses E, Pan Y. Adverse health effects of outdoor air pollutants. *Environ Int*. 2006;32(6):815–830. doi: [10.1016/j.envint.2006.03.012](https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.03.012)
 13. Иваненко А.В., Судакова Е.В., Скворцов С.А., Бестужева Е.В. Оценка риска здоровью населения от воздействия атмосферных загрязнений на отдельных территориях города Москвы // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 3. С. 206–211. doi: [10.18821/0016-9900-2017-96-3-206-211](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-206-211)
 14. Ревич Б.А. Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе и их воздействие на здоровье жителей мегаполисов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2018. Т. 29. № 3. С. 53–78. doi: [10.21513/0207-2564-2018-3-53-78](https://doi.org/10.21513/0207-2564-2018-3-53-78)
 15. Тихонова И.В., Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В., Пескова Е.В., Игнатова А.М. Гигиеническая оценка аэрогенного воздействия взвешенных веществ на заболеваемость детей болезнями органов дыхания в зоне влияния источников выбросов металлургического производства // Анализ риска здоровью. 2020. № 3. С. 61–69. doi: [10.21668/health.risk/2020.3.07](https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.07)
 16. Larionov A, Volobaev V, Zverev A, et al. Chemical composition and toxicity of PM10 and PM0.1 samples near open-pit mines and coal power stations. *Life (Basel)*. 2022;12(7):1047. doi: [10.3390/life12071047](https://doi.org/10.3390/life12071047)
 17. Безбердая Л.А., Касимов Н.С. Уровни накопления тяжелых металлов и металлоидов в почвах, дорожной пыли и их фракциях PM10 в Ялте. В сборнике: Проблемы экоинформатики. Материалы XV Международного симпозиума. Сер. «Научные Международные симпозиумы» / Под редакцией Ф.А. Мкртчяна. Москва, 2022. С. 189–193.
 18. ВОЗ. Глобальные рекомендации ВОЗ по качеству воздуха: касающиеся твердых частиц (ТЧ2,5 и ТЧ10), озона, двуокиси азота, двуокиси серы и окиси углерода. 2021.
 19. Марцынковский О.А., Двинянина О.В., Васькина А.А., Романов А.В. Федеральный проект «Чистый воздух»: новый уровень жизни // Стандарты и качество. 2022. № 3. С. 93–95. EDN: IOHATU.
 20. Чижова В.С., Пыжова Е.А. Обзор методик расчета выбросов взвешенных частиц PM10 и PM2,5 в атмосферный воздух дорожно-транспортным комплексом на территориях крупных городов // Научный вестник автомобильного транспорта. 2021. № 3. С. 18–25.
 21. Дормидонтова Т.В., Алиев Э.Р. Влияние строительства и реконструкции автомобильных дорог на экологию // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 87-3. С. 64–67.
 22. Сницерева В.П., Козлова Л.О. Источники пылеобразования и комплексное обеспыливание на Жезказганских обогатительных фабриках // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № S1-1. С. 38–46.
 23. Соломахина Л.Я., Редван А.М., Остаали М. Анализ пылевого фактора вредного воздействия при производстве цемента в республике Йемен и в Российской Федерации // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 50 (69). С. 294–302.
 24. Акимочкина Г.В., Роговенко Е.С., Гареева А.С., Фоменко Е.В. Аэродинамическое выделение дисперсных микросфер PM2,5, PM10 из зол-уноса от сжигания бурых углей с целью получения новых материалов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. 2022. Т. 15. № 3. С. 387–397.
 25. Андришунас А.М., Клейн С.В., Горяев Д.В., Балашов С.Ю., Загороднов С.Ю. Гигиеническая оценка эффективности воздухоохраных мероприятий на объектах теплоэнергетики // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 11. С. 1290–1298.
 26. Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний // Анализ риска здоровью. 2019. № 4. С. 30–36. doi: [10.21668/health.risk/2019.4.03](https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.03)

REFERENCES

1. Nakhratova OV, Tsygankova DP, Bazdyrev ED. Impact of air pollution with particulate particles on the risk of cardiovascular diseases (review). *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2022;29(8):531–546. (In Russ.) doi: [10.17816/humeco104609](https://doi.org/10.17816/humeco104609)

2. Pouri N, Karimi B, Kolivand A, Mirhoseini SH. Ambient dust pollution with all-cause, cardiovascular and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ.* 2024;912:168945. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.168945
3. Walter CM, Schneider-Futschik EK, Lansbury NL, Sly PD, Head BW, Knibbs LD. The health impacts of ambient air pollution in Australia: A systematic literature review. *Intern Med J.* 2021;51(10):1567–1579. doi: 10.1111/imj.15415
4. Zhang X, Zhao L, Tong DQ, Wu G, Dan M, Teng B. A systematic review of global desert dust and associated human health effects. *Atmosphere.* 2016;7(12):158. doi: 10.3390/atmos7120158
5. Shin HH, Maquiling A, Thomson EM, Park IW, Stieb DM, Dehghani P. Sex-difference in air pollution-related acute circulatory and respiratory mortality and hospitalization. *Sci Total Environ.* 2022;806(Pt 3):150515. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150515
6. Ochoa-Alvarado LM, Zafra-Mejía CA, Rondón-Quintana HA. Multitemporal analysis of the influence of PM10 on human mortality according to urban land cover. *Atmosphere.* 2022;13(12):1949. doi: 10.3390/atmos13121949
7. Wu JZ, Ge DD, Zhou LF, Hou LY, Zhou Y, Li QY. Effects of particulate matter on allergic respiratory diseases. *Chronic Dis Transl Med.* 2018;4(2):95–102. doi: 10.1016/j.cdtm.2018.04.001
8. WHO Regional Office for Europe. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project: Technical Report [Internet]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013. Accessed December 13, 2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK361803/>
9. Prosviryakova IA, Shevchuk LM. Hygienic assessment of PM10 and PM2.5 contents in the atmosphere and population health risk in zones influenced by emissions from stationary sources located at industrial enterprises. *Health Risk Analysis.* 2018;(2):14–22. doi: 10.21668/health.risk/2018.2.02.eng
10. Trippetta S, Sabia S, Caggiano R. Fine aerosol particles (PM1): Natural and anthropogenic contributions and health risk assessment. *Air Qual Atmos Health.* 2016;9(6):621–629. doi: 10.1007/s11869-015-0373-0
11. Trusov PV, Tsinker MYu, Zaitseva NV, Nurislamov VV, Svintsova PD, Kuchukov AI. Assessing spatial distribution of sites with a risk of developing bronchopulmonary pathology based on mathematical modeling of air-dust flows in the human airways and lungs. *Health Risk Analysis.* 2024;(2):141–152. doi: 10.21668/health.risk/2024.2.13.eng
12. Curtis L, Rea W, Smith-Willis P, Fenyves E, Pan Y. Adverse health effects of outdoor air pollutants. *Environ Int.* 2006;32(6):815–830. doi: 10.1016/j.envint.2006.03.012
13. Ivanenko AV, Sudakova EV, Skvortsov SA, Bestuzheva EV. Assessment of risks to the health of the population from air borne contaminants in certain areas of Moscow (based on the findings of on-going socio-hygienic monitoring). *Gigiena i Sanitariya.* 2017;96(3):206–211. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2017-96-3-206-211
14. Revich BA. Fine suspended particulates in ambient air and their health effects in megalopolises. *Problemy Ekologicheskogo Monitoringa i Modelirovaniya Ekosistem.* 2018;29(3):53–78. (In Russ.) doi: 10.21513/0207-2564-2018-3-53-78
15. Tikhonova IV, Zemlyanova MA, Kol'dibekova YuV, Peskova EV, Ignatova AM. Hygienic assessment of aerogenic exposure to particulate matter and its impacts on morbidity with respiratory diseases among children living in a zone influenced by emissions from metallurgic production. *Health Risk Analysis.* 2020;(3):60–68. doi: 10.21668/health.risk/2020.3.07.eng
16. Larionov A, Volobaev V, Zverev A, et al. Chemical composition and toxicity of PM10 and PM0.1 samples near open-pit mines and coal power stations. *Life (Basel).* 2022;12(7):1047. doi: 10.3390/life12071047
17. Bezberdaya LA, Kasimov NS. Levels of accumulation of heavy metals and metalloids in soil, road dust and their PM10 fractions in Yalta. In: Mkrtchyan FA, ed. *Problems of Ecoinformatics: Proceedings of the XV International Symposium, Moscow, December 6–8, 2022.* Moscow: A.S. Popov Scientific & Technical Society of Radio Engineering, Electronics and Communication; 2022:189–193. (In Russ.)
18. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021. Accessed December 13, 2024. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1>
19. Martsynkovskiy OA, Dvinyanina OV, Vas'kina AA, Romanov AV. Federal Project “Clean Air”: A new standard of living. *Standarty i Kachestvo.* 2022;(3):93–95. (In Russ.)
20. Chizhova VS, Pyzhova EA. Review of methods for calculating the emissions of suspended particles PM10 and PM2.5 into the atmospheric air by a motor transport complex in the territories of large cities. *Nauchnyy Vestnik Avtomobil'nogo Transporta.* 2021;(3):18–25. (In Russ.)
21. Dormidontova TV, Aliev ER. [Impact of road construction and reconstruction on the environment.] *Tendentsii Razvitiya Nauki i Obrazovaniya.* 2022;(87-3):64–67. (In Russ.) doi: 10.18411/trnio-07-2022-96
22. Snitsereva VP, Kozlova LO. Sources of dust formation and integrated dusting at Zhezkazgan concentrating factories. *Gornyy Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten'.* 2021;(51-1):38–46. (In Russ.) doi: 10.25018/0236_1493_2021_1_1_38
23. Solomakhina LYa, Redvan AM, Ostaali M. The analysis of harmful dust factor at cement production in the Republic of Yemen and the Russian Federation. *Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Arkhitekturno-Stroitel'nogo Universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i Arkhitektura.* 2017;(50(69)):294–302. (In Russ.)
24. Akimochkina GV, Rogovenko ES, Gareeva AS, Fomenko EV. Aerodynamic separation of dispersed microspheres PM2.5, PM10 from fly ash of lignite combustion for production of new materials. *Zhurnal Sibirskogo Federal'nogo Universiteta. Seriya: Khimiya.* 2022;15(3):387–397. (In Russ.) doi: 10.17516/1998-2836-0302
25. Andrishunas AM, Kleyn SV, Goryaev DV, Balashov SYu, Zagorodnov SYu. Hygienic assessment of air protection activities at heat-and-power engineering enterprises. *Gigiena i Sanitariya.* 2022;101(11):1290–1298. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-11-1290-1298
26. Rakitskii VN, Avaliani SL, Novikov SM, Shashina TA, Dodina NS, Kislitsin VA. Health risk analysis related to exposure to ambient air contamination as a component in the strategy aimed at reducing global non-infectious epidemics. *Health Risk Analysis.* 2019;(4):30–36. doi: 10.21668/health.risk/2019.4.03.eng

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-39-47>
Original Research Article

Сведения об авторах:

Май Ирина Владиславовна – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник – советник директора; e-mail: may@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0976-7016>.

✉ **Загороднов** Сергей Юрьевич – к.т.н., руководитель экспертной группы лаборатории методов комплексного санитарно-гигиенического мониторинга; e-mail: zagorodnov@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6357-1949>.

Информация о вкладе авторов: концепция, дизайн исследования, анализ и интерпретация результатов: *Май И.В.*; сбор и обработка данных, подготовка проекта рукописи: *Загороднов С.Ю.* 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 при финансировании научных работ в рамках федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

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

Статья получена: 16.10.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

Irina V. **May**, Dr. Sci. (Biol.), Prof., Deputy Director for Research; e-mail: may@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0976-7016>.

✉ Sergey Yu. **Zagorodnov**, Cand. Sci. (Tech.), Head of the Expert Group, Laboratory of Comprehensive Sanitary and Hygienic Monitoring Methods; e-mail: zagorodnov@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6357-1949>.

Author contributions: study conception and design, data analysis and interpretation of results: *May I.V.*; data collection and processing, draft manuscript preparation: *Zagorodnov S.Yu.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The research was conducted as part of the Clean Air Federal Project implemented within the Ecology National Project

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

Received: October 16, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024



К вопросу обоснования максимальных недействующих концентраций полициклических ароматических углеводородов в крови детей и подростков по критериям их гормонального профиля

Т.В. Нурисламова, О.В. Долгих, Т.Д. Карнажицкая, М.О. Старчикова, Т.С. Пермякова

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

Резюме

Введение. Полициклические ароматические углеводороды (полиарены) как эндокринные дизрапторы влияют на экскрецию гормонов щитовидной железы. Для оценки нарушений функции щитовидной железы при воздействии полиаренов исследуется уровень тиреотропных гормонов в крови.

Цель исследования: изучение зависимостей уровня гормонов щитовидной железы от концентрации полициклических ароматических углеводородов в крови, обоснование их максимальных недействующих концентраций в крови детей и подростков по критериям тиреоидного профиля.

Материалы и методы. В рамках пилотного проекта в 2022–2023 гг. проведены комплексные химико-аналитические и клинично-лабораторные исследования образцов крови детей 4–14 лет ($n = 81$), анализ проб воздуха на территориях наличия и отсутствия аэрогенных экспозиций. Изучение зависимостей уровня гормонов и антител в сыворотке крови детей и подростков от концентрации ПАУ в крови проводили методом регрессионного анализа. Максимальную недействующую концентрацию маркера экспозиции определяли как верхнюю 95% доверительную границу экспоненциальной модели.

Результаты. На территории наблюдения установлено достоверно более высокое ($p \leq 0,05$) содержание полиаренов – в воздухе в 1,7–2,8 раза и в крови детей в 3,5–9,9 раза. Уровень тиреотропного гормона в крови в 1,1–1,4 раза выше нормы и содержание йода ниже нормы в 1,2–3,4 раза в моче детей группы наблюдения. По критерию содержания тиреотропного гормона установлены максимальные недействующие концентрации нафталина, антрацена и пирена в крови детей и подростков.

Обсуждение. Зависимости «маркер экспозиции – маркер ответа» отражают характер действия токсикантов на функцию щитовидной железы. Максимальные недействующие концентрации полиаренов в крови детей и подростков позволяют оценить риск воздействия на здоровье в условиях аэрогенной экспозиции.

Заключение. По критерию экспрессии тиреотропного гормона установлены максимальные недействующие концентрации полиаренов в крови детей 4–14 лет, рекомендуемые в качестве критериев безопасности при хроническом воздействии полиаренов.

Ключевые слова: полициклические ароматические углеводороды, гормоны щитовидной железы, маркер экспозиции, маркер ответа, максимальные недействующие концентрации.

Для цитирования: Нурисламова Т.В., Долгих О.В., Карнажицкая Т.Д., Старчикова М.О., Пермякова Т.С. К вопросу обоснования максимальных недействующих концентраций полициклических ароматических углеводородов в крови детей и подростков по критериям их гормонального профиля // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 48–55. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-48-55

On Substantiation of Maximum No-Effect Blood Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Children and Adolescents Based on Their Hormone Profile Criteria

Tatyana V. Nurislamova, Oleg V. Dolgikh, Tatyana D. Karnazhitskaya,

Maria O. Starchikova, Tatyana S. Permyakova

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

Summary

Introduction: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH/polyarenes) as endocrine disruptors affect the excretion of thyroid hormones. To assess endocrine disorders following PAH exposures, the blood level of thyroid-stimulating hormones is tested.

Objectives: To study the relationship between blood concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons and the thyroid hormone level and to substantiate maximum no-effect levels of PAH in blood of children and adolescents based on their hormone profile test results.

Materials and methods: Under the 2022–2023 pilot project comprehensive chemical and clinical laboratory blood tests for children and adolescents aged 4 to 14 years ($n = 81$) were conducted and ambient air samples were analyzed in the areas with and without exposures to the airborne pollutants. The relationship between blood concentrations of PAHs and hormone and antibody levels in the blood serum of children and adolescents was established using regression analysis. The maximum no-effect concentration of the marker of exposure was determined as the upper limit of the 95 % confidence interval of the exponential model.

Results: In the observation area, significantly higher levels of polyarenes in ambient air and blood of children and adolescents were established exceeding those measured in the reference area by 1.7–2.8 times and 3.5–9.9 times, respectively ($p \leq 0.05$). A higher blood level of thyroid-stimulating hormone (TSH) and a lower concentration of urinary iodine were determined in children from the observation group. Based on TSH level, maximum no-observed-effect blood levels of naphthalene, anthracene, and pyrene in children and adolescents were identified.

Discussion: The relationship between biomarkers of exposure and effect reflect the nature of impact of individual polyarenes on thyroid function. Maximum no-effect blood levels of polyarenes in the pediatric population help assess health risks from inhalation exposures.

Conclusion: Based on TSH expression criterion, maximum no-effect concentrations of polyarenes in blood of children and adolescents aged 4–14 years have been established, recommended as safety criteria under chronic exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons.

Keywords: polycyclic aromatic hydrocarbons, thyroid hormones, exposure marker, response marker, maximum no-effect concentrations.

Cite as: Nurislamova TV, Dolgikh OV, Karnazhitskaya TD, Starchikova MO, Permyakova TS. On substantiation of maximum no-effect blood concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in children and adolescents based on their hormone profile criteria. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):48–55. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-48-55

Введение. Одной из основных задач социальной политики Российской Федерации является сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей¹. Современный подход к решению этой задачи основан на методологии анализа риска для здоровья человека, в рамках которой большое внимание уделяется биологическим маркерам, отражающим факт воздействия (экспозиции) и развития эффектов в виде негативных ответных реакций [1].

Полициклические ароматические углеводороды (полиарены, ПАУ) – стойкие органические загрязнители окружающей среды, эндокринные дизрапторы, представляют собой группу органических соединений, состоящих из двух и более конденсированных бензольных колец. Основным источником поступления смеси ПАУ в атмосферный воздух являются высокотемпературные процессы антропогенного и природного происхождения (промышленное производство, сжигание органического топлива, выбросы автотранспорта, приготовление пищи, табакокурение, лесные пожары, вулканическая активность и др.) [2].

Повсеместное присутствие смеси ПАУ в атмосферном воздухе представляет потенциальную угрозу для здоровья человека. Хроническое воздействие низкомолекулярных ПАУ на человека происходит ингаляционным путем. Согласно зарубежным исследованиям, действие ПАУ на человека связано с повышенным уровнем заболеваний, сахарным диабетом, эндокринными расстройствами [3–7].

Щитовидная железа – ключевой орган эндокринной платформы человека. Гормоны трийодтиронин (Т3), тетрайодтиронин (тироксин, Т4), вырабатываемые щитовидной железой, влияют на обмен веществ, функционирование нервной, сердечно-сосудистой и репродуктивной систем, оказывают влияние на рост и развитие [8–9]. Исследования *in vitro* показали, что ПАУ и гидроксипроизводные ПАУ взаимодействуют с рецептором гормонов щитовидной железы, с белками, транспортирующими тиреоидные гормоны, и ферментами, участвующими в синтезе и инактивации гормонов щитовидной железы [10–12]. Автор Peng F. и соавт. в исследованиях на животных показали, что ПАУ оказывают влияние на уровень гормонов щитовидной железы, различные ПАУ и их гидроксипроизводные могут проявлять агонистическую и антагонистическую активность по отношению к продукции гормонов [13]. Автор Yang Z. и соавт. при изучении зависимости объема щитовидной железы от содержания гидроксильрованных полициклических ароматических углеводородов (ОН-ПАУ) в моче обнаружили, что увеличение объема щитовидной железы положительно связано с повышением суммарной концентрации ОН-ПАУ в моче [14]. Автор Amber L. и соавт. при оценке связи между содержанием гидроксильрованных ПАУ (ОН-ПАУ) в моче и гормонов в сыворотке крови беременных установили положительную ассоциацию между ОН-ПАУ и гормоном Т3 и соотношением Т3 к Т4 [15]. Автор Sobhani P. и соавт. в результате изучения связи метаболитов ПАУ в моче

с уровнем гормонов щитовидной железы у детей и подростков обнаружили значительную положительную корреляцию между метаболитами ПАУ в моче и ТТГ в крови ($P < 0,05$). Автор предположил, что длительное воздействие ПАУ может привести к нарушению функции щитовидной железы [16].

Таким образом, уровень гормонов щитовидной железы в крови может быть применен для оценки эндокринных нарушений в условиях аэрогенной экспозиции полициклическими ароматическими углеводородами. В настоящее время опубликованные работы касаются изолированного или одновременного комбинированного воздействия смесей ПАУ на население, но отсутствуют данные о максимальных допустимых концентрациях ПАУ в крови детей.

Цель исследований – изучение зависимостей уровня гормонов щитовидной железы от концентрации полициклических ароматических углеводородов в крови, обоснование их максимальных недействующих концентраций в крови детей и подростков по критериям тиреоидного профиля.

Материалы и методы. В рамках пилотного проекта в период 2022–2023 гг. проведен анализ полициклических ароматических углеводородов (нафталин (C₁₀H₈, CAS № 91-20-3), 2-метилнафталин (C₁₁H₁₀, CAS № 91-57-6), антрацен (C₁₄H₁₀, CAS № 120-12-7), 9-метилантрацен (C₁₅H₁₂, CAS № 779-02-2), пирен (C₁₆H₁₀, CAS № 129-00-0), бенз(а)пирен (C₂₀H₁₂, CAS № 50-32-8) в атмосферном воздухе на селитебных территориях вблизи расположения предприятий черной и цветной металлургии (территория наблюдения) и на условно чистой селитебной территории с отсутствием металлургических и других промышленных предприятий (территория сравнения) проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием (ВЭЖХ/ФЛД). Нижний предел обнаружения ПАУ при отборе разовых проб воздуха составляет 0,00004–0,0001 мкг/м³ с погрешностью определения не более 25 %. Среднесуточные концентрации ПАУ в воздухе рассчитывали как среднее арифметическое разовых проб, отобранных в течение суток.

С целью обоснования максимальных недействующих концентраций ПАУ проведены химико-аналитические и клиничко-лабораторные исследования образцов крови детей и подростков в возрасте 4–14 лет ($n = 81$), проживающих в условиях аэрогенных экспозиций ($n = 59$) и на условно чистой территории ($n = 22$).

Изучение зависимостей ($y = b_0x + b_1$) уровня гормонов и антител в сыворотке крови детей и подростков от концентрации ПАУ в крови проводили методом регрессионного анализа.

Исследование одобрено Локальным этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (выписка из протокола заседания № 4 от 24.02.2022). От каждого законного представителя ребенка, включенного в выборку, получено письменное добровольное информированное согласие на добровольное участие в биомедицинском исследовании.

¹ Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

В качестве маркеров экспозиции определяли содержание в крови полициклических ароматических углеводородов (нафталин, 2-метилнафталин, антрацен, 9-метилантрацен, пирен, бенз(а)пирен) методом ВЭЖХ/ФЛД на жидкостном хроматографе (Shimadzu, Япония) в соответствии с методикой ФР.1.31.2024.48308. Степень извлечения ПАУ из образцов крови способом жидкостной экстракции ацетонитрилом в присутствии высаливателя с предварительным подщелачиванием проб составляет от 78 % для бенз(а)пирена до 95 % для антрацена. Диапазон измеряемых концентраций нафталина в крови составляет 0,0001–0,01 мкг/см³, 2-метилнафталина 0,00005–0,005 мкг/см³, антрацена и 9-метилантрацена 0,000005–0,0016 мкг/см³, пирена 0,000025–0,011 мкг/см³, бенз(а)пирена 0,000005–0,0019 мкг/см³. Относительная погрешность измерения 30–32 %. Обработку результатов хроматографического анализа проводили с применением программного продукта LabSolution (Shimadzu, Япония). Отбор и анализ биологических проб проводился в период с февраля по май 2023 г.

В качестве маркеров ответа при ингаляционном поступлении полициклических ароматических углеводородов изучены показатели тиреоидного статуса у детей и подростков (содержание свободного тетрайодтиронина (тироксин, Т4 свободный), тиреотропного гормона (ТТГ), антител к тиреопероксидазе (АТ к ТПО), антител к тиреоглобулину (АТ к ТГ) в сыворотке крови) методом иммуноферментного анализа с использованием фотометра Elx808IU (BioTek, США)². Содержание йода в моче определяли церий-арсенитовым методом на спектрофотометре СФ 5400-ПЭ, (Экрос, Россия) [17]. В качестве физиологической нормы содержания тиреоидных гормонов и антител в сыворотке крови приняты значения, рекомендуемые в используемых для их определения тестах ООО «ХЕМА»², физиологическая норма уровня йода в моче не менее 10 мкг/см³ [18]. Исследования проведены в период с февраля по май 2023 г.

Обоснование маркеров ответа выполняли по расчету отношения шансов (Odds Ratio, OR), характеризующего связь между концентрацией ПАУ в крови и вероятностью отклонения маркера ответа от нормы. Критерием наличия связи принимали условие $OR > 1^3$.

Установление параметров зависимости показателя отношения шансов от концентрации ПАУ в крови проводили методом построения регрессионной модели в виде экспоненциальной функции $OR = e^{a_0 - a_1 x}$, где OR – эпидемиологический показатель, характеризующий связь ответа с воздействием; x – концентрация ПАУ в крови, мкг/см³;

a_0, a_1 – параметры модели, определяемые методом регрессионного анализа. Достоверность полученной модели оценивали при проведении однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера (F).

Максимальную недействующую концентрацию определяли исходя из условия $OR = 1$. В качестве максимальной недействующей концентрации принимали величину, соответствующую верхней 95 % доверительной границе полученной модели при $OR = 1^3$.

Статистическую обработку полученных данных проводили в 2024 г. с использованием программных продуктов, разработанных специалистами отдела математического моделирования систем и процессов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Качество полученных моделей оценивалось с использованием коэффициента детерминации (R^2) и критерия Фишера ($F > 3,63$). Значимость зависимостей оценивалась по критерию Стьюдента при $p \leq 0,05$.

Ограничения исследования. В рамках пилотного проекта приведены результаты исследований концентраций тиреотропных гормонов и антител только для 59 детей, проживающих в селитебной зоне предприятия, и 22 детей в регионе сравнения. При этом не обсуждалось биологическое значение исследуемых показателей «антитела к тиреопероксидазе» и «антитела к тиреоглобулину», гормонов в сыворотке крови. Исследование проводилось в период с февраля по май 2023 года. В другие периоды года гормональный статус детей не оценивался. В дальнейших исследованиях будут учтены возрастные нормы для исследуемых в данном проекте показателей с уточнением сезонности года.

Результаты. Анализ ПАУ в атмосферном воздухе на территориях сравнения и наблюдения показал отсутствие превышений максимально разовых и среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК)⁴ по всем изучаемым соединениям. Вместе с тем на территории наблюдения при разовых отборах обнаружено присутствие нафталина, 2-метилнафталина пирена и бенз(а)пирена в 100 % проб в диапазоне концентраций $0,00014 \cdot 10^{-3} \dots 0,00075 \cdot 10^{-3}$ мг/м³, антрацена и 9-метилантрацена в 25 % проб на уровне нижнего предела обнаружения при разовых отборах $0,00007 \cdot 10^{-3}$ мг/м³. На территории сравнения обнаружены пирен и бенз(а)пирен в 25 % проб в диапазоне концентраций $0,00008 \cdot 10^{-3} \dots 0,00013 \cdot 10^{-3}$ мг/м³. Среднеарифметические значения среднесуточных концентраций ПАУ в атмосферном воздухе территорий наблюдения и сравнения, рассчитанных по результатам анализа разовых проб, представлены в табл. 1. Достоверно более высокие

² Тест для определения свободного тирокина в сыворотке (плазме) крови «свТ4-ИФА», кат. № REF K214, ТУ №9398-214-18619450-2011, рег. удостоверение № ФСР 2011/11006 от 09.06.2011 г.; тест для определения тиреотропного гормона в сыворотке (плазме) крови «ТТГ-ИФА» кат. № REF K201, ТУ № 9398-201-18619450-2010, рег. удостоверение, № ФСР 2007/00665 от 25.10.2010 г.; тест для определения аутоантител к тиреопероксидазе в сыворотке (плазме) крови «АТ – ТПО – ИФА», кат. № REF K131, ТУ № 9398-131-18619450-2010, рег. удостоверение № ФСР 2009/04489 от 11.06.2010 г.; тест для определения аутоантител к тиреоглобулину в сыворотке (плазме) крови «АТ-ТГ-ИФА» кат. № REF K132, ТУ № 9398-132-18619450-2010, рег. удостоверение, № ФСР 2008/03115 от 11.06.2010 г.

³ МР 2.1.10.0062–12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей: методические рекомендации». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. 35 с.

⁴ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Таблица 1. Результаты определения ПАУ в атмосферном воздухе на территориях наблюдения и сравнения (при $p \leq 0,05$)

Table 1. Results of measuring PAH concentrations in ambient air of the observation and reference areas (at $p \leq 0.05$)

Наименование вещества / Name of substance	Среднеарифметические значения среднесуточных концентраций, мг/м ³ / Arithmetic mean of average daily concentrations, mg/m ³		
	ПДК _{мр} / ПДК _{сс} / ОБУВ / MAC-max one-time / MACdaily.average / Estimated safe exposure level	Территория наблюдения / Observation area	Территория сравнения / Reference area
Нафталин / Naphthalene	0,007 / – / –	$0,00016 \times 10^{-3}$	0
2-Метилнафталин / 2-Methylnaphthalene	– / – / 0,02	$0,00020 \times 10^{-3}$	0
Антрацен / Anthracene	– / – / 0,01	$0,00004 \times 10^{-3}$	0
9-Метилантрацен / 9-Methylanthracene	–	$0,00006 \times 10^{-3}$	0
Пирен / Pyrene	– / – / 0,001	$0,00042 \times 10^{-3}$	$0,00015 \times 10^{-3}$
Бенз(а)пирен / Benzo(a)pyrene	– / $0,001 \times 10^{-3}$ / –	$0,00021 \times 10^{-3}$	$0,00012 \times 10^{-3}$

концентрации ($p < 0,05$) определяемых соединений установлены на территории расположения предприятий металлургической промышленности (территория наблюдения) в 1,7–2,8 раза. Из всех полиароматических углеводородов ориентировались на наименьшую концентрацию, которая будет гарантировать безопасность атмосферного воздуха для здоровья населения, в т. ч. и для детского.

В табл. 2 приведены среднегрупповые концентрации полициклических ароматических углеводородов, обнаруженных в образцах крови детей и подростков групп наблюдения и сравнения ($M \pm m$). В группе наблюдения обнаружены все определяемые ПАУ в диапазоне концентраций от 0,00001 до 0,00681 мкг/см³, присутствующие в 11,8–98,3 % от всех проанализированных проб ($n = 59$). В группе сравнения обнаружены 3 из 6 определяемых аналитов в диапазоне концентраций от 0,000005 до 0,00031 мкг/см³, присутствующих в 81,8–95,4 % от общего количества проб ($n = 22$). В группе наблюдения максимальная среднеарифметическая концентрация обнаружена для пирена ($0,00137 \pm 0,00037$) мкг/см³, минимальное содержание ($0,0000044 \pm 0,0000033$) мкг/см³ – для бенз(а)пирена. В группе сравнения максимальная среднеарифметическая концентрация в крови ($0,000138 \pm 0,000041$) мкг/см³ установлена по пи-

рену, минимальная ($0,000001 \pm 0,000003$) мкг/см³ – по антрацену.

Чаще других и в более высоких концентрациях, присутствующим в образцах крови детей и подростков в группах наблюдения и сравнения, обнаружен пирен, что согласуется с результатами аналогичных исследований [19, 20]. В целом установлено достоверно более высокое ($p < 0,05$) содержание антрацена в 3,5 раза, 9-метилантрацена в 5 раз и пирена в 9,9 раза в крови детей и подростков в группе наблюдения по отношению к группе сравнения. Нафталин, 2-метилнафталин и бенз(а)пирен в крови детей группы сравнения не обнаружены ни в одной пробе.

В табл. 3 представлены результаты исследований тиреоидного статуса (ТТГ, Т4 свободный, АТ к ТГ, АТ к ТТГ), а также йодной обеспеченности (йод в моче) у детей и подростков и нормативные значения данных показателей по возрастным группам, представленных в источнике².

В группе наблюдения установлено более высокое в 1,1–1,4 раза по сравнению с нормой содержание ТТГ у 15 % обследованных детей, диапазон концентраций составил 1,04–5,47 мМЕ/см³; определено более низкое по сравнению с нормативным показателем в 1,2–3,4 раза содержание йода в моче в 77,8 % проб, диапазон

Таблица 2. Результаты анализа ПАУ в образцах крови детей и подростков групп наблюдения и сравнения ($p \leq 0,05$)

Table 2. Results of measuring blood concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in children and adolescents from the observation and reference groups (at $p \leq 0.05$)

Наименование вещества / Name of substance	Среднегрупповая концентрация ПАУ в крови, мкг/см ³ / Mean group concentration of PAHs in blood, µg/cm ³			
	Группа наблюдения / Observation group		Группа сравнения / Reference group	
	$M \pm m$	% проб с присутствием аналита / % of samples containing the analyte	$M \pm m$	% проб с присутствием аналита / % of samples containing the analyte
Нафталин / Naphthalene	$0,00035 \pm 0,00017$	57,6	0	0
2-Метилнафталин / 2-Methylnaphthalene	$0,00099 \pm 0,00015$	96,6	0	0
Антрацен / Anthracene	$0,000035 \pm 0,000007$	98,3	$0,000010 \pm 0,000003$	81,8
9-Метилантрацен / 9-Methylanthracene	$0,000195 \pm 0,000042$	96,6	$0,000039 \pm 0,000006$	95,4
Пирен / Pyrene	$0,00137 \pm 0,00037$	89,8	$0,000138 \pm 0,000041$	95,4
Бенз(а)пирен / Benzo(a)pyrene	$0,0000044 \pm 0,0000003$	11,8	0	0

Таблица 3. Среднегрупповые значения ($M \pm m$) показателей, характеризующих функцию щитовидной железы детей и подростков**Table 3. Mean group values ($M \pm m$) of indicators showing the thyroid function of children and adolescents**

Показатель / Indicator	Норма ² / Norm ²	Группа наблюдения / Observation group	Группа сравнения / Comparison group	p^*
ТТГ, мкМЕ/см ³ / TSH, μ IU/cm ³	0,3–4,0	$2,74 \pm 0,35$	$2,32 \pm 0,28$	$>0,05$
Т4 свободный, пмоль/дм ³ / Free T4, pmol/dm ³	10–25	$15,41 \pm 0,83$	$13,13 \pm 1,43$	$<0,05$
АТ к ТГ, МЕ/см ³ / AT to TG, IU/cm ³	0–100	$5,76 \pm 1,67$	$7,85 \pm 1,28$	$>0,05$
АТ к ТПО, МЕ/см ³ / AT to TPO, IU/cm ³	0–30	$4,89 \pm 0,91$	$4,71 \pm 1,23$	$>0,05$
Йод в моче, мкг/100 см ³ / Iodine in urine, μ g/100 cm ³	10–50	$7,54 \pm 2,68$	$11,26 \pm 3,65$	$>0,05$

концентраций составил 2,93–13,54 мкг/100 см³. В группе сравнения содержание ТТГ в крови детей выше физиологической нормы в 1,06–1,3 раза установлено в 7,5 % проб, содержание на уровне 0,41–6,88 мкМЕ/см³; определено более низкое в 1,3–1,4 раза содержание йода в моче по отношению к норме в 55 % проб в диапазоне обнаруженных концентраций 6,97–22,33 мкг/100 см³. По остальным показателям полученные значения определены в пределах нормативных рамок.

Сравнение показателей в изучаемых группах детей показало достоверно более высокое ($p < 0,05$) содержание гормона Т4 свободного в сыворотке крови детей группы наблюдения в 1,2 раза. По остальным показателям достоверных различий между группами наблюдения и сравнения не установлено.

С целью выявления приоритетных для дальнейшего исследования причинно-следственных связей проведен предварительный регрессионный анализ зависимостей ($y = b_0x + b_1$) между содержанием индивидуальных ПАУ в крови и уровнем гормонов и антител в сыворотке крови детей и подростков. Анализ достоверности полученных аппроксимаций показал статистически значимые модели зависимости повышения концентрации ТТГ от повышения содержания в крови нафталина ($R^2 = 0,19$; $F = 6,65$; $p < 0,05$), 2-метилнафталина ($R^2 = 0,22$; $F = 11,3$; $p < 0,01$), антрацена ($R^2 = 0,19$; $F = 8,20$; $p < 0,01$) и пирена ($R^2 = 0,13$; $F = 5,24$; $p < 0,05$). Повышение содержания гормона Т4 свободного в сыворотке крови связан с увеличением концентрации в крови нафталина ($R^2 = 0,14$; $F = 6,74$; $p < 0,05$) и 2-метилнафталина ($R^2 = 0,17$; $F = 7,62$; $p < 0,01$). Повышение количества антител к тиреоглобулину в сыворотке крови связано с повышением концентрации в крови 2-метилнафталина ($R^2 = 0,54$; $F = 10,73$; $p < 0,01$), антрацена ($R^2 = 0,48$; $F = 11,21$;

$p < 0,01$), 9-метилантрацена ($R^2 = 0,30$; $F = 4,77$; $p = 0,05$), пирена ($R^2 = 0,49$; $F = 9,43$; $p < 0,05$), при повышении концентрации нафталина в крови содержание АТ к ТГ в сыворотке снижается ($R^2 = 0,30$; $F = 5,17$; $p < 0,05$). Повышение количества антител к тиреоидной пероксидазе в сыворотке зависит от увеличения концентрации нафталина в крови ($R^2 = 0,65$; $F = 18,7$; $p < 0,01$). Снижение числа АТ к ТПО в сыворотке зависит от повышения содержания 9-метилантрацена ($R^2 = 0,31$; $F = 5,04$; $p < 0,05$) и пирена ($R^2 = 0,44$; $F = 6,30$; $p < 0,05$) в крови. Анализ содержания йода в моче в зависимости от концентраций ПАУ в крови выявил тенденцию к понижению концентрации йода с повышением всех изучаемых ПАУ в крови, что свидетельствует о недостатке в организме микроэлемента, необходимого для синтеза тироксина. Статистически значимые зависимости не установлены.

По критерию содержания ТТГ в сыворотке крови установлены максимальные недействующие концентрации для нафталина, антрацена и пирена в образцах крови детей и подростков в возрасте 4–14 лет (табл. 4).

Отношение шансов повышения содержания ТТГ в сыворотке с увеличением концентрации нафталина, антрацена, пирена в крови описывается уравнениями вида $OR = e^{-2,97-0,003x}$, $OR = e^{-2,10-14903x}$ и $OR = e^{-2,31-3172x}$ соответственно. Установлена 95 %-я верхняя доверительная граница максимальных недействующих концентраций нафталина, антрацена и пирена в крови, которая составила 0,000178; 0,000020 и 0,000808 мкг/см³ соответственно. На рисунке показана зависимость показателя отношения шансов (OR) повышения уровня ТТГ с увеличением концентрации пирена в образцах крови обследуемой группы детей.

Обсуждение. В период исследований превышений ПДК ПАУ в атмосферном воздухе не установлено,

Таблица 4. Параметры математических моделей зависимости «концентрация нафталина, антрацена и пирена в крови – отношение шансов ($OR = e^{a_0-a_1x}$) отклонения ТТГ от нормы»**Table 4. Parameters of mathematical models of the relationship between blood concentrations of naphthalene, anthracene, and pyrene and the odds ratio ($OR = e^{a_0-a_1x}$) of abnormal TSH levels**

Маркер экспозиции / Marker of exposure	Параметры модели / Model parameters		Критерий Фишера (F) / Fisher's criterion (F)	Достоверность (p) / Reliability, (p)	R^2	Концентрация ПАУ в крови*, мг/дм ³ / PAH concentration in blood, mg/dm ³
	a_0	a_1				
Нафталин / Naphthalene	-2,97	0,003	34,9	$<0,05$	0,59	0,000178
Антрацен / Anthracene	-2,10	14903	52,4	$<0,01$	0,65	0,000020
Пирен / Pyrene	-2,31	3172	20,8	$<0,01$	0,50	0,000808

* – концентрация, соответствующая верхней 95 % доверительной границы модели при $OR = 1$.* concentration corresponding to the upper 95 % confidence limit of the model at $OR = 1$.

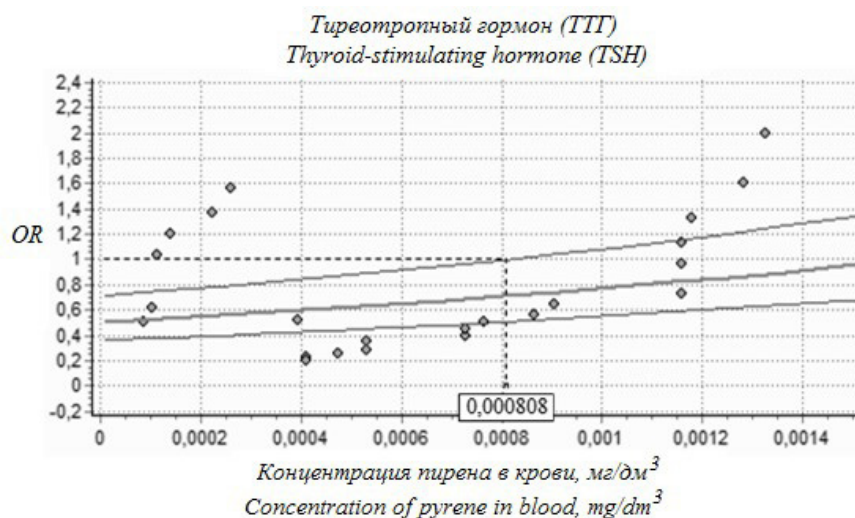


Рисунок. Зависимость показателя отношения шансов (OR) повышения уровня ТТГ с увеличением концентрации пирена в крови

Figure. Relationship between an increase in the blood pyrene concentration and the odds ratio (OR) of an increase in TSH levels

вместе с тем их совместное действие дает эффективность на изменение показателей щитовидной железы. Точный механизм действия ПАУ на щитовидную железу недостаточно изучен. В целом в исследованиях, изучающих связь воздействия ПАУ на уровень гормонов щитовидной железы среди населения, получены различные результаты корреляций в зависимости от состава определяемых в биологических средах (кровь, моча) ПАУ (маркеров экспозиции), возраста, пола и ряда других показателей. Так, результаты исследований Yang S. и соавт. по изучению связей между содержанием метаболитов ПАУ в моче и уровнем гормонов щитовидной железы у подростков и взрослых показали, что у подростков комбинированное воздействие 8 метаболитов ПАУ отрицательно коррелировало с ТТГ, а корреляции ПАУ – ТГ были противоречивыми между подростками и взрослыми [21].

В представленном исследовании по определению содержания индивидуальных ПАУ в образцах крови детей и подростков наблюдалось преобладание пирена над другими соединениями данной химической группы (2-метилнафталина, нафталина, антрацена, 9-метилантрацена, бенз(а)пирена). Полученные результаты согласуются с аналогичными показателями, представленными в публикациях [21, 22].

В зарубежных источниках опубликованы отдельные данные о связи между содержанием ПАУ в крови, нарушающих работу эндокринной системы, с уровнем гормонов щитовидной железы в детской и подростковой возрастных группах. Большая часть публикации посвящена изучению влияния ПАУ на гормональную систему взрослого населения, животных и в условиях *in vitro* [13, 23–28].

В представленном исследовании рассмотрено влияние ряда ПАУ и метилпроизводных ПАУ на функцию щитовидной железы у детей и подростков в возрасте 4–14 лет. Установлено повышение уровня гормона Т4 свободного с повышением концентрации нафталина и 2-метилнафталина в крови. В результате

проведенных исследований показано, что тиреотропный гормон ТТГ положительно ассоциируется с нафталином, 2-метилнафталином, антраценом и пиреном. Повышение уровня ТТГ в сыворотке соответствует снижению продукции свободного Т4 при наличии антрацена. Нафталин и 2-метилнафталин усиливают выработку гормона Т4 свободного на фоне повышения уровня ТТГ. Увеличение количества антител к ТПО в представленных исследованиях положительно связано с концентрацией нафталина, снижение АТ к ТПО наблюдается при повышении концентраций 9-метилантрацена и пирена в образцах крови. Повышенный уровень антител к тиреопероксидазе характерен при наличии в организме аутоиммунных заболеваний щитовидной железы. В проведенном исследовании уровень антител к тиреоглобулину повышается с увеличением концентрации 2-метилнафталина, антрацена, 9-метилантрацена и пирена в крови детей. Антитела к тиреоглобулину являются индикатором аутоиммунного поражения щитовидной железы. Высокий уровень в крови АТ к ТПО и АТ к ТГ может быть связан с повышенным риском развития гипотиреоза – снижения выработки тиреоидных гормонов.

Низкий или умеренный уровень корреляции (r в пределах 0,1–0,5) может свидетельствовать о наличии слабой или умеренной связи между признаками, что имеет значение при исследовании сложных явлений, например, в медико-биологических исследованиях. ПАУ, являясь ксенобиотиками, оказывают многоуровневое воздействие на организм через эндокринные, иммунные и биохимические механизмы, что затрудняет фиксирование тесной линейной зависимости. Высокие значения корреляций свидетельствовали бы о прямой связи между содержанием ПАУ и концентрацией гормонов, в то время как существует множество других факторов, которые обуславливают различный гормональный уровень при одних и тех же концентрациях, уменьшая коэффициент корреляции. Обнаруженные в представленной работе значения r от 0,13 до

0,49 согласуются с литературными данными, статистически значимы и типичны для исследований, направленных на выявление потенциальных рисков воздействия ПАУ.

Полученные зависимости согласуются с результатами исследования Kelishadi R. и соавт. по изучению влияния гидроксипроизводных полициклических ароматических углеводородов на гормоны щитовидной железы у детей [29]. Авторы отмечают значительную положительную корреляцию между уровнями метаболитов нафталина, пирена, фенантрена и гормонами Т4 свободным и ТТГ в группе школьников в возрасте 6–18 лет ($R^2 = 0,42–0,87$; $p < 0,001$). В наших исследованиях положительная корреляция получена между концентрациями нафталина и 2-метилнафталина в крови и Т4 свободным ($R^2 = 0,14–0,17$; $p < 0,05$), а также между содержанием нафталина, 2-метилнафталина, антрацена и пирена в образцах крови и уровнем ТТГ в сыворотке ($R^2 = 0,22–0,63$; $p < 0,05$) в группе детей в возрасте 4–14 лет.

Поиск по доступным реферативным базам данных не позволил выявить научную литературу, описывающую у детей связь ПАУ с уровнем антител к гормонам щитовидной железы (АТ к ТПО и АТ к ТГ), которые являются индикаторами аутоиммунного поражения щитовидной железы. В данном исследовании подтверждается связь повышения уровня антител к ТПО с увеличением в крови концентрации нафталина, а также повышения количества антител к ТГ с увеличением в образцах крови 2-метилнафталина, антрацена, 9-метилантрацена и пирена.

В результате проведенных исследований получены максимальные недействующие концентрации нафталина, антрацена и пирена в образцах крови детей по критерию экспрессии тиреотропного гормона. Полученные данные могут быть использованы для оценки риска воздействия полициклических ароматических углеводородов на эндокринную систему детей и подростков в условиях аэрогенного воздействия.

Заключение. Настоящее исследование проведено с целью оценки влияния ПАУ на уровень гормонов щитовидной железы и установления максимальных недействующих концентраций ПАУ в крови по критериям тиреоидного профиля детей и подростков в условиях аэрогенных экспозиций. Получены достоверные регрессионные модели индивидуального воздействия ПАУ, ассоциированного с уровнем показателей тиреоидного профиля ($F = 4,77–18,7$; $p \leq 0,05$). Установлены максимальные недействующие концентрации полициклических ароматических углеводородов в крови детей и подростков по критерию экспрессии тиреотропного гормона. Установленные максимальные недействующие концентрации полициклических ароматических углеводородов в крови могут быть рекомендованы в качестве критериев безопасности при хроническом воздействии в рамках проведения биомониторинга, при оценке рисков здоровью детского населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Май И.В. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-

экономического развития: монография. Пермь, 2024. 738 с.

1. Onishchenko GG, Zaitseva NV, Popova AYU, et al. [Health Risk Analysis in the Strategy of State Socio-Economic Development: Monograph.] Onishchenko GG, Zaitseva NV, eds. 2nd ed. Moscow, Perm: Perm National Research Polytechnic University Publ.; 2024. (In Russ.)
2. Hussain K, Hoque R, Balachandran S, et al. Monitoring and risk analysis of PAHs in the environment. In: Hussain K, ed. *Handbook of Environmental Materials Management*. Springer, Cham; 2018:1–35. doi: 10.1007/978-3-319-58538-3_29-2
3. Yin W, Hou J, Xu T, et al. Obesity mediated the association of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbon with risk of cardiovascular events. *Sci Total Environ*. 2018;616–617:841–854. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.238
4. Liao D, Xiong S, An S, et al. Association of urinary polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites with gestational diabetes mellitus and gestational hypertension among pregnant women in Southwest China: A cross-sectional study. *Environ Pollut*. 2024;343:123206. doi: 10.1016/j.envpol.2023.123206
5. Park S, Siwakoti RC, Ferguson KK, et al. Associations of urinary polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) metabolites and their mixture with thyroid hormone concentration during pregnancy in the LIFECODES cohort: A repeated measures study. *Environ Res*. 2024;255:119205. doi: 10.1016/j.envres.2024.119205
6. Mallah MA, Basnet TB, Ali M, et al. Association between urinary polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites and diabetes mellitus among the US population: A cross-sectional study. *Int Health*. 2023;15(2):161–170. doi: 10.1093/inthealth/ihac029
7. Dehghani S, Fararouei M, Rafiee A, Hoepner L, Oskoei V, Hoseini M. Prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and effects on neonatal anthropometric indices and thyroid-stimulating hormone in a Middle Eastern population. *Chemosphere*. 2022;286(Pt 1):131605. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.131605
8. Mullur R, Liu YY, Brent GA. Thyroid hormone regulation of metabolism. *Physiol Rev*. 2014;94(2):355–382. doi: 10.1152/physrev.00030.2013
9. Vondráček J, Pivnička J, Machala M. Polycyclic aromatic hydrocarbons and disruption of steroid signaling: History, recent advances and open questions. *Curr Opin Toxicol*. 2018;11–12:27–34. doi: 10.1016/j.cotox.2018.12.003
10. Bekki K, Takigami H, Suzuki G, Tang N, Hayakawa K. Evaluation of toxic activities of polycyclic aromatic hydrocarbon derivatives using in vitro bioassays. *J Health Sci*. 2009;55(4):601–610. doi: 10.1248/jhs.55.601
11. Sun H, Shen OX, Xu XL, Song L, Wang XR. Carbaryl, 1-naphthol and 2-naphthol inhibit the beta-1 thyroid hormone receptor-mediated transcription in vitro. *Toxicology*. 2008;249(2–3):238–242. doi: 10.1016/j.tox.2008.05.008
12. Song M, Kim YJ, Park YK, Ryu JC. Changes in thyroid peroxidase activity in response to various chemicals. *J Environ Monit*. 2012;14(8):2121–2126. doi: 10.1039/c2em30106g
13. Peng FJ, Palazzi P, Viguié C, Appenzeller B. Measurement of hair thyroid and steroid hormone concentrations in the rat evidence endocrine disrupting potential of a low dose mixture of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environ Pollut*. 2022;313:120179. doi: 10.1016/j.envpol.2022.120179
14. Yang Z, Chen S, Zhou S, et al. Association of polycyclic aromatic hydrocarbon internal exposure and urinary iodine concentration with thyroid volume in children. *Environ Pollut*. 2023;331(Pt 1):121912. doi:10.1016/j.envpol.2023.121912
15. Cathey AL, Watkins DJ, Rosario ZY, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbon exposure results in altered CRH, reproductive, and thyroid hormone concentrations during human pregnancy. *Sci Total Environ*. 2020;749:141581. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141581
16. Sobhani P., Hashemipour M. Relationship of urinary metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons with thyroid

- hormone levels among a sample of Iranian children and adolescents / *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018. <https://elib.mui.ac.ir/multiMediaFile/2428481-4-1.pdf>.
17. Wawschinek O, Eber O, Petek W. Bestimmung der Hamjodausscheidung mittels einer modifizierten Cer-Arsenit-methode. *Ber OGKC*. 1985;8:13–15. (In German.)
 18. Дедов И.И., Свириденко Н.Ю., Герасимов Г.А. и др. Оценка йодной недостаточности в отдельных регионах России // Проблемы эндокринологии. 2000. № 4. С. 3–7. doi: 10.14341/probl20004663-7
 - Dedov II, Sviridenko NYu, Gerasimov GA, et al. Assessment of iodine deficiency in certain regions of Russia. *Problemy Endokrinologii*. 2000;46(6):3–7. (In Russ.) doi: 10.14341/probl20004663-7
 19. Yang Z, Guo C, Li Q, et al. Human health risks estimations from polycyclic aromatic hydrocarbons in serum and their hydroxylated metabolites in paired urine samples. *Environ Pollut*. 2021;290:117975. doi: 10.1016/j.envpol.2021.117975
 20. Yin S, Tang M, Chen F, Li T, Liu W. Environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): The correlation with and impact on reproductive hormones in umbilical cord serum. *Environ Pollut*. 2017;220(Pt B):1429–1437. doi: 10.1016/j.envpol.2016.10.090
 21. Yang S, Sun J, Wang S, Limei E, Zhang S, Jiang X. Association of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons with thyroid hormones in adolescents and adults, and the influence of the iodine status. *Environ Sci Process Impacts*. 2023;25(9):1449–1463. doi: 10.1039/D3EM00135K
 22. Singh V, Patel DK, Ram S, et al. Blood levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in children of Lucknow, India. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2008;54(2):348–354. doi: 10.1007/s00244-007-9015-3
 23. Jain RB. Association between polycyclic aromatic hydrocarbons and thyroid function among males and females:

- Data from NHANES 2007–2008. *Int J Environ Health Res*. 2016;26(4):405–419. doi: 10.1080/09603123.2015.1135311
24. Park S, Siwakoti RC, Ferguson KK, et al. Associations of urinary polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) metabolites and their mixture with thyroid hormone concentration during pregnancy in the LIFECODES cohort: A repeated measures study. *Environ Res*. 2024;255:119205. doi: 10.1016/j.envres.2024.119205
 25. Zhu P, Bian Z, Xia Y, et al. Relationship between urinary metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons and thyroid hormone levels in Chinese non-occupational exposure adult males. *Chemosphere*. 2009;77(7):883–888. doi: 10.1016/j.chemosphere.2009.08.054
 26. Kim MJ, Kim S, Choi S, et al. Association of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals with thyroid hormones in general adult population and potential mechanisms. *Sci Total Environ*. 2021;762:144227. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144227
 27. Nazzari M, Romitti M, Kip AM, et al. Impact of benzo[a]pyrene, PCB153 and sex hormones on human ESC-derived thyroid follicles using single cell transcriptomics. *Environ Int*. 2024;188:108748. doi: 10.1016/j.envint.2024.108748
 28. Schraplau A, Schewe B, Neuschäfer-Rube F, et al. Enhanced thyroid hormone breakdown in hepatocytes by mutual induction of the constitutive androstane receptor (CAR, NR1I3) and arylhydrocarbon receptor by benzo[a]pyrene and phenobarbital. *Toxicology*. 2015;328:21–28. doi: 10.1016/j.tox.2014.12.004
 29. Kelishadi R, Sobhani P, Poursafa P, et al. Is there any association between urinary metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons and thyroid hormone levels in children and adolescents? *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018;25(2):1962–1968. doi: 10.1007/s11356-017-0577

Сведения об авторах:

Нурисламова Татьяна Валентиновна – д.б.н., доцент, заведующая отделом химико-аналитических методов исследования; e-mail: nurtat@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-3037>.

Долгих Олег Владимирович – д.м.н., проф., заведующий отделом иммунобиологических методов диагностики; e-mail: oleg@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4860-3145>.

✉ **Карнажицкая** Татьяна Дмитриевна – к.б.н., заведующий лабораторией методов жидкостной хроматографии; e-mail: tdkarn@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6768-0045>.

Старчикова Мария Олеговна – н.с. лаборатории методов жидкостной хроматографии; e-mail: Starchikova.mar@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3259-1509>.

Пермякова Татьяна Сергеевна – н.с. лаборатории методов жидкостной хроматографии; e-mail: permyakova@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0698-2581>.

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

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (выписка из протокола заседания № 4 от 24.02.2022).

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 11.10.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

Tatyana V. **Nurislamova**, Dr. Sci. (Biol.), docent; Head of the Department of Analytical Chemistry Techniques; e-mail: nurtat@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-3037>.

Oleg V. **Dolgikh**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Immunobiological Diagnostics; e-mail: oleg@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4860-3145>.

✉ Tatyana D. **Karnazhetskaya**, Cand. Sci. (Biol.), Head of the Laboratory of Liquid Chromatography; e-mail: tdkarn@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6768-0045>.

Maria O. **Starchikova**, Researcher, Laboratory of Liquid Chromatography; e-mail: Starchikova.mar@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3259-1509>.

Tatyana S. **Permyakova**, Researcher, Laboratory of Liquid Chromatography; e-mail: permyakova@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0698-2581>.

Author contributions: study conception and design: Nurislamova T.V.; data collection: Starchikova M.O., Permyakova T.S.; analysis and interpretation of results: Dolgikh O.V.; bibliography compilation and referencing: Karnazhetskaya T.D.; draft manuscript preparation: Nurislamova T.V., Karnazhetskaya T.D. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study was approved by the Institutional Ethics Committee of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (protocol No. 4 of February 24, 2022).

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: October 11, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024



Особенности элементного статуса женщин репродуктивного возраста с разным уровнем тиреотропного гормона в условиях Севера

Е.М. Степанова, Е.А. Луговая

ФГБУН «Научно-исследовательский центр «Арктика»» Дальневосточного отделения Российской академии наук, пр. Карла Маркса, д. 24, г. Магадан, 685000, Российская Федерация

Резюме

Введение. Для обеспечения регуляции функции щитовидной железы в организме необходим достаточный уровень макро- и микроэлементов. Женщины репродуктивного возраста, проживающие в северной части России, являются одной из уязвимых частей популяции.

Цель исследования: выявить особенности элементного статуса организма женщин репродуктивного возраста в зависимости от уровня сывороточного тиреотропного гормона, проанализировать матрицу корреляционных взаимосвязей между концентрациями в организме определяемых макро- и микроэлементов, параметрами гипоталамико-тиреоидной системы, тиреоидным объемом и расчетными индексами.

Материалы и методы. В весенний период 2023 года обследовано 25 жительниц г. Магадана ($27,28 \pm 0,23$ года): 1 гр. – женщины со значениями тиреотропного гормона 0,5–2,0 мМЕ/л (низко-нормальный уровень) и 2 гр. – 2,0–4,2 мМЕ/л (высоко-нормальный уровень). Анализ первичных данных проведен методами непараметрической статистики с использованием IBM SPSS Statistics v/21.0.

Результаты. Медиана концентрации элементов в группах сравнения статистически значимо не различались, в большинстве соответствовала лабораторно-диагностическим величинам, но отличалась от региональных показателей. Наибольший суммарный элементный дефицит выявлен у женщин в 1 гр. – 331 %, против 216 % у женщин из 2 гр. Корреляционные матрицы различаются в группах сравнения: во 2 гр. тиреоидный объем ассоциирован с тиреотропными элементами – Co, Cu, Zn, с антителами к тиреотропному гормону связан I. Свободные фракции тироксина образуют связи только в 1 гр. – с Ca, Co, Cu, Fe, Mg, Mn. В элементных плеядах, независимо от уровня сывороточного тиреотропного гормона, были выявлены корреляционные пары: Co/Mn, Fe/Al, Fe/Ca, Fe/I, Fe/Li, I/Ca, I/P, Mg/Ca, Mg/V, Mn/Ca, Zn/P.

Заключение. На фоне низко-нормального показателя тиреотропного гормона выявлен больший суммарный дефицит макро- и микроэлементов, наибольшее количество корреляционных связей между ними, маркерами функциональной активности щитовидной железы и интегральными индексами.

Ключевые слова: макро- и микроэлементы, щитовидная железа, тиреотропный гормон, репродуктивный возраст, женщины, Север.

Для цитирования: Степанова Е.М., Луговая Е.А. Особенности элементного статуса женщин репродуктивного возраста с разным уровнем тиреотропного гормона в условиях Севера // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 56–65. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-56-65

Element Status of Women of Reproductive Age Living in the North and Having Different Levels of Thyroid-Stimulating Hormone

Evgenia M. Stepanova, Elena A. Lugovaya

Scientific Research Center “Arktika”, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 24 Karl Marx Street, Magadan, 685000, Russian Federation

Summary

Introduction: Sufficient amounts of essential macro- and microelements (ME) are necessary to ensure proper regulation of thyroid gland function. Women of reproductive age living in the north of Russia are one of the most vulnerable parts of the population.

Objective: To establish the element status of women of reproductive age given the serum thyroid hormone level and to analyze the matrix of correlations between concentrations of macro- and microelements, parameters of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis, thyroid volume, and calculated indices.

Materials and methods: In spring 2023, twenty-five female residents (27.28 ± 0.23 years old) of Magadan were examined. Groups 1 and 2 included women with thyroid hormone levels of 0.5–2.0 mU/L (low to normal) and 2.0–4.2 mU/L (normal to high), respectively. Initial data were analyzed by nonparametric statistical methods using IBM SPSS Statistics V21.0.

Results: Median concentrations of the elements in the compared groups were not significantly different; in most cases, they corresponded to laboratory values but differed from the region-specific indicators. The highest total element deficiency of 331 % was determined in Group 1 against 216 % in Group 2. The correlation matrices in the surveyed groups differed: in Group 2, thyroid volume (TV) was associated with such thyroid-stimulating elements as Co, Cu, and Zn, while I was associated with TSH antibodies. Free fractions of thyroxine formed bonds with Ca, Co, Cu, Fe, Mg, and Mn in Group 1 only. At the same time, regardless of the serum TSH, the following correlation pairs were found in elemental clusters: Co/Mn, Fe/Al, Fe/Ca, Fe/I, Fe/Li, I/Ca, I/P, Mg/Ca, Mg/V, Mn/Ca, and Zn/P.

Conclusion: The low to normal TSH levels established in women of reproductive age were associated with a more severe deficiency of macro- and microelements and the largest number of correlations between them, markers for thyroid function, and integral indices.

Keywords: macro- and microelements, thyroid gland, thyroid-stimulating hormone, reproductive age, women, North.

Cite as: Stepanova EM, Lugovaya EA. Element status of women of reproductive age living in the North and having different levels of thyroid-stimulating hormone. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):56–65. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-56-65

Введение. Постановлением Правительства Магаданской области № 1026-пп от 23.12.2021 утвержден Региональный проект Магаданской области «Репродуктивное здоровье»¹, в числе задач которого – оценка состояния репродуктивного здоровья у граждан в возрасте 15–17 и 18–35 лет.

Совокупность «северных факторов» активизирует гормонально зависимые параметры, определяющие энергетический обмен. В Магаданской области, природно-обусловленный дефицит йода является актуальной проблемой для региона, уровень его поступления из воды и продуктов местного происхождения не обеспечивает физиологическую потребность населения и приводит к различным йоддефицитным заболеваниям. Болезни, связанные с дефицитом йода в организме человека, составляют значительную часть от всех болезней эндокринной системы. При этом дисбаланс химических элементов тесно связан с гиперплазией щитовидной железы, обусловленной биогеохимическим струмогенным окружением [1–4].

Многочисленными исследованиями показано, что для обеспечения регуляции функции щитовидной железы, в организме необходим достаточный уровень эссенциальных микроэлементов: йода, селена, железа, цинка, меди [5–16]. Взаимосвязь зобной эндемии с репродуктивной функцией описана в ряде работ [17–20].

В работе Е.М. Степановой [21] проанализировано структурно-функциональное состояние щитовидной железы женщин репродуктивного возраста, не имеющих установленной патологии щитовидной железы и проживающих в зоне вторичного йодного дефицита. У 32 % лиц отмечен высоко-нормальный уровень тиреотропного гормона со статистически значимым снижением у них интегрального тиреоидного индекса и индекса соответствия функции щитовидной железы функции гипофиза, что позволило предположить в этой группе минимальную тиреоидную недостаточность, раннюю по срокам возникновения и наиболее легкую по степени тяжести, на фоне меньших, по сравнению с показателями у женщин с низко-нормальным уровнем тиреотропного гормона, значений концентрации сывороточной фракции свободного тироксина, указывающих на снижение процессов периферической конверсии йодтиронинов, у лиц с более высокими уровнями тиреотропного гормона.

В настоящем исследовании интерес представляет элементный статус женщин возраста наивысшей репродуктивной активности 20–34 лет в зависимости от уровня сывороточного тиреотропного гормона в организме, что определило цель работы – выявить особенности элементного статуса организма женщин репродуктивного возраста в зависимости от уровня в организме сывороточного тиреотроп-

ного гормона, проанализировать матрицу корреляционных взаимосвязей между концентрациями в организме определяемых макро- и микроэлементов, параметрами гипофизарно-тиреоидной системы, тиреоидным объемом и расчетными индексами.

Материал и методы. Проведено перекрестное неконтролируемое исследование в весенний период года, в котором приняли участие молодые женщины (средний возраст $27,28 \pm 0,23$ года) – уроженки г. Магадана 1 или 2-го поколения европеоиды без соматических заболеваний, с индексом массы тела в пределах нормы ($16,7\text{--}24,6 \text{ кг/м}^2$), что позволило включить их в группу предварительного анализа.

Из общего числа обследуемых выделены следующие группы: 1-я группа ($n = 17$) – женщины со значениями тиреотропного гормона $0,5\text{--}2,0 \text{ мМЕ/л}$ (низко-нормальный уровень) и 2-я группа ($n = 8$) – лица со значениями тиреотропного гормона $2,0\text{--}4,2 \text{ мМЕ/л}$ (высоко-нормальный уровень).

Критериями исключения из исследования являлись: эндокринные и гинекологические заболевания, обострение хронических заболеваний, прием гормональных контрацептивов, препаратов, влияющих на функцию щитовидной железы, беременность, кормление грудью, отсутствие добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

При анкетировании фиксировали возраст, социальное положение, место рождения и срок проживания на Севере, определяли антропометрические данные (длина тела, масса тела), физиологическое состояние женщин (стадия менструального цикла, наступление менархе, длительность менструального цикла). Отмечали также некоторые социально значимые факторы, способные вызвать струмогенный эффект (например, профессиональное занятие спортом, курение и его стаж).

Забор волос для проведения анализа на содержание в организме макро- и микроэлементов осуществляли на базе Научно-исследовательского центра «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук. Волосы состригали с затылочной части головы на всю длину в количестве не менее $0,1 \text{ г}$. В образцах волос оценивали содержание 25 макро- и микроэлементов: алюминия (Al), мышьяка (As), бериллия (Be), кальция (Ca), кадмия (Cd), кобальта (Co), хрома (Cr), меди (Cu), железа (Fe), ртути (Hg), йода (I), калия (K), лития (Li), магния (Mg), марганца (Mn), молибдена (Mo), натрия (Na), никеля (Ni), фосфора (P), свинца (Pb), селена (Se), кремния (Si), олова (Sn), ванадия (V), цинка (Zn). Аналитическое исследование проведено методами атомной эмиссионной спектроскопии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргонной плазмой в соответствии

¹ Постановление Правительства Магаданской области от 23.12.2021 № 1026-пп «Об утверждении регионального проекта Магаданской области «Репродуктивное здоровье». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/4900202112240006>. Дата обращения: 14.11.2024.

² МУК 4.1.1482–03 «Определение содержания химических элементов диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, в биологически активных добавках к пище и в сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой», МУК 4.1.1483–03 «Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой».

с утвержденными рекомендациями² на приборах «Optima 2000 DV» и «NexION 300D» («Perkin Elmer», США) в ООО «Микронутриенты» (Москва).

Забор крови проводился с соблюдением правил асептики и антисептики путем венепункции, утром во временном промежутке 7:00-10:00, после 8 часов голодания в процедурном кабинете независимой лаборатории ООО «Юнилаб-Хабаровск». В сыворотке крови иммунохемилюминесцентным методом с использованием парамагнитных частиц на анализаторе Beckman Coulter UniCel Dxl 800 Access Immunoassay System определяли маркеры функционального состояния тиреоидной системы: тиреотропный гормон ТТГ, антитела к рецептору ТТГ АтТТГ, тироксин свободный свТ4, тироксин Т4, трийодтиронин свободный свТ3, трийодтиронин Т3. Референсные пределы тиреоидных показателей приведены согласно инструкциям к наборам для иммунохемилюминесцентного анализа.

Статистическую обработку данных проводили стандартными методами с использованием IBMSPSS Statistics v/21.0³. Характер распределения массива значений концентраций химических элементов определяли методом Колмогорова–Смирнова. Для установления различий между двумя независимыми выборками по количественным показателям, распределение которых отличалось от нормального, применяли критерий Манна – Уитни (U). Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принимали при $p < 0,05$. Параметры описательной статистики для количественных показателей приведены в виде медианы (Me) и интерквартильной широты (25-й; 75-й процентиля). При оценке полученных величин содержания макро- и микроэлементов в биосубстратах использовали диапазоны, предлагаемые лабораторией ООО «Микронутриенты» в качестве границ нормы. Полученные значения также сравнивали с региональными показателями содержания макро- и микроэлементов в организме жителей г. Магадана⁴. Анализ вероятностной связи между макро- и микроэлементами в организме проводили с помощью ранговой корреляции Спирмена. Коэффициенты корреляции оценивали следующим образом: менее 0,3 – слабая связь, от 0,3 до 0,5 – умеренная, от 0,5 до 0,7 – значительная, от 0,7 до 0,9 – сильная и более 0,9 – очень сильная.

Достоверность различия коэффициентов корреляции, полученных при определении связи между одними и теми же параметрами в разных группах обследования, устанавливали следующим образом. Вычисляли коэффициент достоверности различия по формуле:

$$t_d = \frac{|z_1 - z_2|}{m_d},$$

где t_d – коэффициент достоверности различия коэффициентов корреляции; m_d – ошибка разности, которую вычисляют по формуле:

$$m_d = \sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}},$$

где n_1 и n_2 – объемы первой и второй выборок соответственно; z_1 и z_2 – значения параметра z , соответствующего первому и второму коэффициентам корреляции. Если вычисленное значение t_d больше 2,58, то различие коэффициентов корреляции достоверно⁵.

Ограничение исследования. Ввиду малочисленности выборки (в связи с ограниченным выделенным финансированием по гранту молодым ученым) не удалось дифференцировать обследованных по группам в зависимости от физиологического состояния женщин (стадия менструального цикла, наступление менархе, длительность менструального цикла). В дальнейшем необходимо проведение более тщательного изучения тиреоидного профиля и содержания биоэлементов с учетом большего количества факторов для верификации полученных данных, например, методом «копи-пара», и подтверждения сделанного предположения о состоянии элементного дисбаланса при низко-нормальном и высоко-нормальном уровне ТТГ.

Результаты. Значения показателей элементного профиля показаны в табл. 1.

Анализ полученных абсолютных значений концентраций 25 макро- и микроэлементов не выявил статистически значимых различий в зависимости от уровня в организме сывороточного ТТГ. Медиана концентрации значительного числа элементов в обеих группах отличалась от региональных показателей содержания макро- и микроэлементов в организме жителей г. Магадана: As, K, P – выше 75-го процентиля, Cu, Cr, V – ниже 25-го процентиля, но в большинстве соответствовала референсным лабораторно-диагностическим величинам.

Оценка частоты выявленных дефицитов представлена на рис. 1.

Наибольший суммарный показатель элементного дефицита установлен в группе женщин с низко-нормальным уровнем сывороточного ТТГ – 331 усл. ед., против 216 усл. ед. у женщин с высоко-нормальным показателем в крови ТТГ.

Помимо количественного определения содержания в организме обследуемых лиц макро- и микроэлементов особый интерес представляет изучение структуры корреляционных связей для комплексного построения минералограммы организма. Анализ корреляционных взаимосвязей между изучаемыми макро- и микроэлементами, параметрами гипотизарно-тиреоидной системы, тиреоидным объемом (ТО) и расчетными индексами у женщин репродуктивного возраста представлен на рис. 2.

³ Воронин Г.Л. IBM SPSS Statistics V21.0.0.0 вводный курс: учебно-методическое пособие. Изд-во: НИУ РАНХиГС, 2014. 79 с.; Венчиков А.И., Венчиков В.А. Основные приемы статистической обработки результатов наблюдений в области физиологии. М.: Медицина, 1974.

⁴ Луговая Е.А., Степанова Е.М. Региональные показатели содержания макро- и микроэлементов в организме жителей г. Магадана: научно-практические рекомендации / НИЦ «Арктика» ДВО РАН. Магадан: Типография «Экспресс-полиграфия»: ИП Чингилян, 2019. 27с.

⁵ Венчиков А.И., Венчиков В.А. Основные приемы статистической обработки результатов наблюдений в области физиологии. М.: Медицина, 1974.

Таблица 1. Значения показателей элементного профиля обследованных, Ме, мкг/г [25 %; 75 %]

Table 1. The element status of the subjects, Ме, µg/g [25 %; 75 %]

МЭ / ME	Обследованные группы лиц / Examined subjects		Референсные пределы / Reference ranges		p
	1-я группа, 0,4 ≤ ТТГ < 2,0 / Group 1, 0,4 ≤ TSH < 2.0 n = 17	2-я группа, 2,0 ≤ ТТГ < 4,0 / Group 2, 2.0 ≤ TSH < 4.0 n = 8	Границы нормы / Normal ranges	Региональные значения / Regional values	
Макроэлементы / Macroelements					
Ca	261,00 [149,50;449,50]	430,00 [281,00;1426,00]	250-4000	257,36 – 761,49	0,062
K	300,00 [193,50;422,50]	298,00 [234,00;419,75]	30-1000	17,09 – 76,84	0,600
Mg	37,00 [25,00;48,50]	52,50 [28,75;177,00]	25-500	21,34 – 68,27	0,243
Na	59,00 [36,00;189,00]	65,56 [29,25;324,75]	30-2500	40,65 – 184,43	0,930
P	170,00 [143,00;193,50]	171,50 [147,25;209,50]	120-250	137,35 – 165,73	0,771
Эссенциальные и условно-эссенциальные микроэлементы / Essential and conditionally essential elements					
As	0,13 [0,10;0,15]	0,14 [0,10;0,16]	<1	0,04 – 0,06	0,398
Be	0,0006 [0,0004;0,0012]	0,0010 [0,0006;0,0024]	<0,005	0,00 – 0,01	0,320
Co	0,0051 [0,0047;0,0120]	0,0077 [0,0049;0,0570]	0,004 – 0,3	0,01 – 0,02	0,281
Cu	9,20 [7,70;11,50]	9,20 [7,95;10,75]	9 – 50	8,46 – 11,55	0,953
Cr	0,085 [0,072;0,108]	0,088 [0,065;0,156]	0,04 – 1	0,23 – 0,53	0,861
Fe	17,00 [11,00;26,00]	16,50 [15,00;44,50]	7 – 70	14,21 – 29,69	0,431
I	0,69 [0,29;1,35]	0,76 [0,24;1,76]	0,15-10	0,30 – 1,05	0,793
Li	0,019 [0,013;0,029]	0,030 [0,010;0,051]	<0,1	0,01 – 0,02	0,200
Mn	0,35 [0,26;1,18]	0,65 [0,33;1,96]	0,25 – 7	0,43 – 1,66	0,322
Mo	0,028 [0,023;0,039]	0,031 [0,025;0,036]	0,015-0,1	нет данных	0,732
Ni	0,13 [0,12;0,26]	0,16 [0,11;0,29]	<2	0,11 – 0,31	0,907
Se	0,44 [0,26;0,57]	0,60 [0,43;5,01]	0,2 – 2	0,26 – 0,48	0,116
Si	19,00 [17,50;20,50]	18,00 [18,00;19,75]	11 – 70	17,40 – 46,15	0,743
V	0,010 [0,007;0,012]	0,010 [0,009;0,018]	0,005 – 0,1	0,02 – 0,08	0,322
Zn	180,00 [147,00;243,50]	195,00 [154,00;301,50]	140 – 500	154,52 – 211,68	0,541
Токсичные элементы / Toxic elements					
Al	3,60 [2,55;5,05]	4,35 [3,05;8,33]	<25	4,37 – 13,82	0,256
Cd	0,003 [0,002;0,005]	0,003 [0,002;0,008]	<0,25	0,00 – 0,02	0,859
Hg	0,32 [0,15;0,48]	0,15 [0,11;0,22]	<1	0,30 – 0,67	0,062
Sn	0,046 [0,023;0,088]	0,110 [0,021;0,758]	<3	0,04 – 0,20	0,415
Pb	0,040 [0,034;0,102]	0,043 [0,028;0,108]	<5	0,09 – 0,33	0,771

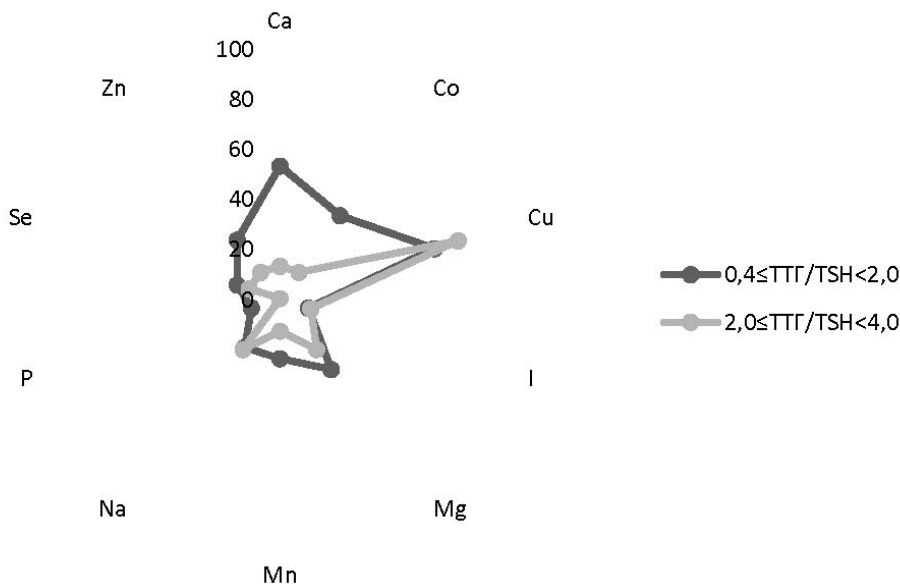


Рис. 1. Частота выявленного дефицита концентрации макро- и микроэлементов в организме женщин репродуктивного возраста, %

Fig. 1. Frequency of detection of macro- and micronutrient deficiency in women of reproductive age, %

1-я группа 0,4≤ТТГ<2,0 / Group 1, 0.4≤TSH<2.0		2-я группа 2,0≤ТТГ<4,0 Group 2, 2,0≤TSH<4,0	
		ИпПК / IpPC	
	Mg	T ₄ /свT ₄ / T ₄ /fT ₄	
		ИТИ / ITI	Ni
	Zn	T ₃ /свT ₃ / T ₃ /fT ₃	
	I	АтТТГ / AbTSH	I
		свT ₄ /ТТГ / fT ₄ /TSH	
			Zn
			Cu
			Co
	Ni	ТО / TV	
	Pb		
	P	T ₃ / T ₃	
	Se		Cd
		свT ₃ / f T ₃	
	Na	T ₄ / T ₄	As
			I
			K
	Ca	свT ₄ / fT ₄	
	Cu		
	Co		
	Fe		
	Mn		
	V		

Рис. 2. Матрица корреляционных взаимосвязей между изучаемыми макро- и микроэлементами и параметрами гипоталамико-тиреоидной системы

Fig. 2. A matrix of correlations between the macro- and microelements under study and parameters of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis

Примечания: полужирным шрифтом выделены микроэлементы, участвующие в регуляции функции щитовидной железы; сплошной линией обозначена положительная корреляционная связь; пунктирная линия – отрицательная корреляционная связь; ТТГ – тиреотропный гормон; АтТТГ – антитела к рецептору ТТГ; Т₃ – трийодтиронин; свТ₃ – трийодтиронин свободный; Т₄ – тироксин; свТ₄ – тироксин свободный; ИТИ – интегральный тиреоидный индекс; ИпПК – индекс прогрессирующей периферической конверсии йодтиронинов

Notes: The microelements involved in the regulation of thyroid function are in bold; the solid line marks positive correlations; the dotted line shows negative correlations.

Abbreviations: TSH, thyroid-stimulating hormone; AbTSH, TSH receptor antibodies; T₃, triiodothyronine; free T₃, free triiodothyronine; T₄, thyroxine; free T₄, free thyroxine; ITI, integral thyroid index; IpPC, index of progressing peripheral conversion of iodothyronines.

Матрицы корреляционных взаимоотношений различаются в группах женщин с разным сывороточным уровнем ТТГ в организме. Однако в элементных плеядах, независимо от уровня сывороточного ТТГ, были выявлены и общие корреляционные пары (табл. 2): Co/Mn, Fe/Al, Fe/Ca, Fe/I, Fe/Li, I/Ca, I/P, Mg/Ca, Mg/V, Mn/Ca, Zn/P.

Характерно, что только у женщин с высоко-нормальным уровнем гормона объем щитовидной железы ассоциирован с тиреотропными Co, Cu, Zn, образуя при этом сильные по степени взаимного влияния и статистически значимые связи: ТО/Co ($r = 0,786, p = 0,021$), ТО/Cu ($r = 0,778, p = 0,023$), ТО/Zn ($r = 0,738, p = 0,038$), а со значением АтТТГ связан только I ($r = 0,733, p = 0,039$). Свободные же фракции тироксина образуют прямые средней силы и сильные корреляционные связи с участвующими в регуляции щитовидной железы макро- и микроэлементами только в организме женщин с низко-нормальным уровнем ТТГ: св.Т₄/Ca ($r = 0,740, p < 0,001$), св.Т₄/Co ($r = 0,491, p = 0,045$), св.Т₄/Cu ($r = 0,619, p = 0,008$), св.Т₄/Fe ($r = 0,519, p = 0,033$), св.Т₄/Mg ($r = 0,899, p < 0,001$), св.Т₄/Mn ($r = 0,576, p = 0,016$).

Элементные корреляционные связи общих пар элементов Co/Mn, Fe/Al, Fe/Ca, Fe/I, Fe/Li, I/Ca, I/P,

Mg/Ca, Mg/V, Mn/Ca, Zn/P были сильными, статистически значимыми, но не отличались друг от друга между группами ($p < 2,58$).

Обсуждение. У женщин с низко-нормальным показателем ТТГ наблюдается тенденция к понижению медианы концентрации тиреоспецифических макро- и микроэлементов, роль которых в патогенезе тиреоидной патологии активно обсуждается в работах российских и зарубежных ученых [4, 13, 22–25]. На фоне общего дефицитного профиля у женщин с низко-нормальным уровнем сывороточного ТТГ, выявлена наибольшая частота недостаточного содержания Ca у 53 % женщин, Co – 41 %, Mg – 35 %, Zn – 29 % женщин, Mn – у 24 %, Se – у 18 %, дефицит I был выражен незначительно и соотносим в обеих группах. При этом дефицит тиреоспецифических макро- и микроэлементов, участвующих в процессе усвоения йода щитовидной железой, вероятно, можно рассматривать, как стромогенный фактор формирования йоддефицитных состояний у женщин репродуктивного возраста в условиях Севера.

Значимую роль в функционировании щитовидной железы играет Se, поскольку при его участии происходит преобразование Т₄ в Т₃ [7]. Сравнивая полученные нами данные с данными других авторов

Таблица 2. Корреляционные связи пар макро- и микроэлементов, участвующих в регуляции функции щитовидной железы, у женщин репродуктивного возраста

Table 2. Correlations between macro- and microelements involved in the regulation of thyroid function in the women of reproductive age

1-я группа / Group 1			2-я группа / Group 2		
Связь МЭ/МЭ ($r \geq 0,5$) / ME/ME correlation ($r \geq 0.5$)	r	p	Связь МЭ/МЭ ($r \geq 0,5$) / ME/ME correlation ($r \geq 0.5$)	r	p
Co/Ca	0,601	0,011	Co/Cu	0,731	0,040
Co/Fe	0,590	0,013	Co/Mn	0,810	0,015
Co/Mg	0,500	0,043	Co/Ni	0,905	0,002
Co/Mn	0,519	0,013	Co/Pb	0,810	0,015
Co/Na	0,536	0,027	Co/Zn	0,714	0,047
Co/V	0,711	0,001			
Cu/Ca	0,602	0,011	Cu/Mo	0,795	0,018
Cu/Mg	0,713	0,011	Cu/Zn	0,778	0,023
Cu/P	0,490	0,046			
Cu/Si	-0,540	0,025			
Fe/Al	0,729	0,001	Fe/Al	0,862	0,006
Fe/Ca	0,655	0,004	Fe/Ca	0,862	0,006
Fe/Mo	0,603	0,010	Fe/Hg	0,731	0,040
Fe/I	0,548	0,023	Fe/I	0,874	0,005
Fe/Li	0,502	0,040	Fe/Li	0,874	0,005
Fe/Mg	0,522	0,032	Fe/Zn	0,886	0,003
Fe/Mn	0,644	0,005			
Fe/P	0,590	0,013			
Fe/Se	0,543	0,024			
Fe/V	0,903	0,001			
I/Ca	0,520	0,033	I/Al	0,714	0,047
I/Cr	0,484	0,049	I/As	0,714	0,047
I/P	0,635	0,006	I/Ca	0,738	0,037
			I/Li	0,929	0,001
			I/P	0,786	0,021
			I/Zn	0,881	0,004
Mg/Ca	0,748	0,001	Mg/Al	0,833	0,010
Mg/Li	0,501	0,041	Mg/Ca	0,810	0,015
Mg/Mn	0,643	0,005	Mg/Si	0,812	0,014
Mg/Ni	0,686	0,002	Mg/V	0,857	0,007
Mg/V	0,522	0,032			
Mn/Al	0,654	0,004	Mn/Ca	0,786	0,021
Mn/Ca	0,718	0,001	Mn/Co	0,810	0,015
Mn/P	0,551	0,022	Mn/Ni	0,833	0,010
Mn/V	0,614	0,009	Mn/Zn	0,783	0,037
Se/Li	0,663	0,004			
Se/Zn	0,591	0,012			
Zn/Mo	0,615	0,009	Zn/Ca	0,810	0,015
Zn/P	0,753	0,001	Zn/Li	0,905	0,002
			Zn/P	0,810	0,015

Примечания: r – коэффициент корреляции, p – уровень статистической значимости ($< 0,05$).

Notes: r – correlation coefficient; p – level of statistical significance (< 0.05).

о содержании некоторых макро- и микроэлементов у здоровых людей и при диагностированной патологии щитовидной железы, мы обнаружили некоторые сходства и противоречия. По данным А.А. Серикбаевой с коллегами [4], у эутиреоидных женщин была выявлена положительная связь свТ4 с Se и В, в нашем же исследовании снижение уровня Se было ассоциировано с повышением Т3 в группе женщин с низко-нормальным уровнем ТТГ. Вместе с тем, в ряде работ отмечено, что снижение содержания Se может быть связано с развитием тиреотоксикоза [24, 26, 27], о чем косвенно может свидетельствовать обратная корреляционная зависимость Se с Т3 в матрице корреляционных взаимосвязей в группе женщин с низко-нормальным уровнем ТТГ. Ни один из других измеренных маркеров в нашем исследовании не был связан с исходным уровнем Se ни в одной из групп анализа.

На обеспечение нормального функционирования щитовидной железы влияет также уровень Zn, участвующий в связывании Т3 с его ядерным рецептором. В исследовании S. Ertek et al. у женщин без патологии описаны положительные связи между уровнем Zn и свТ3 [28]. По нашим данным, в группе женщин с низко-нормальным ТТГ Zn образует отрицательную связь с Т3 и отношением общей и свободной фракций Т3, что может рассматриваться как косвенный маркер риска тиреотоксикоза на фоне недостаточного содержания в организме Zn. У женщин с высоко-нормальным ТТГ выявлена прямая связь Zn с тиреоидным объемом, что согласуется с литературными данными: Zn может влиять на объем щитовидной железы, при этом объем щитовидной железы положительно коррелирует с концентрацией Zn [14, 29–30].

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что высокие дозы Mg могут усиливать активность щитовидной железы [31], а дефицит Mg влияет на биодоступность и распределение Se в тканях, что приводит к снижению уровня Se [32]. В нашем исследовании Mg образует корреляционные связи только в группе женщин с низко-нормальным уровнем ТТГ: обратную с индексом Т4/свТ4 и прямую с сывороточной фракцией свТ4.

Щитовидная железа играет важную роль в метаболизме и регуляции Ca, выделяя при необходимости тиреотропные гормоны, которые регулируют метаболизм щитовидной железы и выработку Т4 и Т3 [23]: только у женщин с низко-нормальным ТТГ в нашем исследовании в матрице корреляционных связей обнаружена прямая зависимость Mg со свТ4.

На связывание, транспорт и активность гормонов щитовидной железы на тканевом уровне оказывает влияние также Mn [33]. Mn может влиять на уровень гормонов щитовидной железы, регулируя дейодиназы, которые преобразуют Т4 в Т3. Показано, что уровень Mn в сыворотке крови тесно связан с гормонами щитовидной железы, поскольку высокая концентрация Mn снижает уровень свТ3 и свТ4, вызывая гипотиреоз [4, 33–35]. У женщин с высоко-нормальным уровнем ТТГ ассоциации между изучаемыми макро- и микроэлементами, параметрами гипофизарно-тиреоидной системы,

тиреоидным объемом выявлены не были, на фоне низко-нормального ТТГ Mn ассоциирован со свТ4.

Важно отметить связь Со в обеих группах исследования: у женщин с низко-нормальным уровнем ТТГ содержание в волосах Со прямо ассоциировано с уровнем сывороточного свТ4, в группе с высоко-нормальным показателем выявлена прямая зависимость с тиреоидным объемом, что согласуется с литературными данными [36].

Выводы

1. Анализ полученных значений концентраций 25 макро- и микроэлементов не выявил статистически значимых различий в зависимости от уровня в организме сывороточного ТТГ. Медиана концентрации 10 элементов в группах сравнения отличалась от региональных показателей содержания макро- и микроэлементов в организме жителей г. Магадана, но в большинстве соответствовала референсным лабораторно-диагностическим величинам.

2. Установлено, что на фоне низко-нормального показателя ТТГ выявлен больший суммарный дефицит эссенциальных макро- и микроэлементов. При этом отмечается большое количество корреляционных связей между МЭ и маркерами функциональной активности щитовидной железы.

3. Актуально определение элементного профиля молодых женщин-северянок, условно здоровых и на фоне тиреоидной патологии, с учетом большего количества факторов для верификации полученных данных для поиска альтернативных маркеров выявления предполагаемого нарушения тиреоидной функции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудабаяева Х.И., Кошмаганбетова Г.К., Мицкувиене Н. и др. Роль дисбаланса микроэлементов в развитии эндемического зоба у школьников нефтегазовых районов Западного региона Республики Казахстан // Микроэлементы в медицине. 2016. Т. 17. № 2. С. 36–44. doi: 10.19112/2413-6174-2016-17-2-36-44
2. Rayman MP. Multiple nutritional factors and thyroid disease, with particular reference to autoimmune thyroid disease. *Proc Nutr Soc.* 2019;78(1):34–44. doi: 10.1017/S0029665118001192
3. Кондратьев К.В., Кикун П.Ф., Бениова С.Н. и др. Социально-гигиенические факторы образа жизни и йоддефицитные заболевания // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 12(333). С. 10–15. doi: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-10-15
4. Серикбаева А.А., Тауешева З.Б., Щербакоева Л.В., Рымар О.Д. Ассоциации гормонов тиреоидной функции, антител к тиреопероксидазе с микроэлементами сыворотки крови // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2023. Т. 19. № 1. С. 12–19. doi: 10.14341/ket12762
5. Kohrle J, Jakob F, Contempre B, Dumont JE. Selenium, the thyroid, and the endocrine system. *Endocr Rev.* 2005;26(7):944–984. doi: 10.1210/er.2001-0034
6. Теплова Л.В., Еремеева А.В., Байкова О.А., Суворова Н.А. Ревматические проявления гипотиреоза // Современная ревматология. 2017. Т. 11. № 2. С. 47–53. doi: 10.14412/1996-7012-2017-2-47-53
7. Santos LR, Neves C, Melo M, Soares P. Selenium and selenoproteins in immune mediated thyroid disorders. *Diagnostics (Basel).* 2018;8(4):70. doi: 10.3390/diagnostics8040070

8. Babiker A, Alawi A, Al Atawi M, Al Alwan I. The role of micronutrients in thyroid dysfunction. *Sudan J Paediatr*. 2020;20(1):13-19. doi: 10.24911/SJP.106-1587138942
9. Bilek R, Dvorakova M, Grimmichova T, Jiskra J. Iodine, thyroglobulin and thyroid gland. *Physiol Res*. 2020;69 (Suppl 2):S225-S236. doi: 10.33549/physiolres.934514
10. Ilnatowicz P, Drywien M, Wator P, Wojsiat J. The importance of nutritional factors and dietary management of Hashimoto's thyroiditis. *Ann Agric Environ Med*. 2020;27(2):184-193. doi: 10.26444/aaem/112331
11. Liu M, Song J, Jiang Y, et al. A case-control study on the association of mineral elements exposure and thyroid tumor and goiter. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2021;208:111615. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.111615
12. Gorini F, Sabatino L, Pingitore A, Vassalle C. Selenium: An element of life essential for thyroid function. *Molecules*. 2021;26(23):7084. doi: 10.3390/molecules26237084
13. Шарипов М.М., Ивкина М.В., Архангельская А.Н., Гуревич К.Г. Роль микроэлементов в развитии эндокринной патологии // Экология человека. 2022. Т. 29. № 11. С. 753-760. doi: 10.17816/humeco72102
14. Zhou Q, Xue S, Zhang L, Chen G. Trace elements and the thyroid. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:904889. doi: 10.3389/fendo.2022.904889
15. Kohrle J. Selenium, iodine and iron-essential trace elements for thyroid hormone synthesis and metabolism. *Int J Mol Sci*. 2023;24(4):3393. doi: 10.3390/ijms24043393
16. Wroblewski M, Wroblewska J, Nuskiewicz J, Pawłowska M, Wesółowski R, Wozniak A. The role of selected trace elements in oxidoreductive homeostasis in patients with thyroid diseases. *Int J Mol Sci*. 2023;24(5):4840. doi: 10.3390/ijms24054840
17. Горенко И.Н. Уровни антител к тканям щитовидной железы у эутиреоидных мужчин и женщин, жителей Арктической зоны Российской Федерации // Клиническая лабораторная диагностика. 2019. Т. 64. № 9. С. 541-545. doi: 10.18821/0869-2084-2019-64-9-541-545
18. Poppe K. Management of endocrine disease: Thyroid and female infertility: More questions than answers?! *Eur J Endocrinol*. 2021;184(4):R123-R135. doi: 10.1530/EJE-20-1284
19. Sengul D, Sengul I, Soares Junior JM. Repercussion of thyroid dysfunctions in thyroidology on the reproductive system: Conditio sine qua non? *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2022;68(6):721-722. doi: 10.1590/1806-9282.20220255
20. Molodovskaya IN, Tipisova EV, Elfimova AE, Alikina VA. Gender differences in thyroid function among euthyroid subjects with positive and negative thyroid antibodies (antibodies to thyroid peroxidase and/or thyroglobulin). *Human Physiology*. 2023;49(1):88-94. doi: 10.1134/S0362119722600242
21. Степанова Е.М. Тиреоидный статус женщин репродуктивного возраста, проживающих в условиях зобной эндемии // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. Т. 15. № 5. doi: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-928
22. Елфимова А.Э., Типисова Е.В., Молодовская И.Н., Аликина В.А. Гормональный профиль жительниц Европейского Севера с разными уровнями тиреотропного гормона // Проблемы репродукции. 2021. Т. 27. № 3. С. 49-57. doi: 10.17116/repro20212703149
23. Shen J, Zhang H, Jiang H, et al. The effect of micronutrient on thyroid cancer risk: A Mendelian randomization study. *Front Nutr*. 2024;11:1331172. doi: 10.3389/fnut.2024.1331172
24. Stojasavljevic A, Rovcanin B, Jagodic J, et al. Alteration of trace elements in multinodular goiter, thyroid adenoma, and thyroid cancer. *Biol Trace Elem Res*. 2021;199(11):4055-4065. doi: 10.1007/s12011-020-02542-9
25. Rezaei M, Javadmoosavi SY, Mansouri B, Ali Azadi N, Mehrpour O, Nakhaee S. Thyroid dysfunction: How concentration of toxic and essential elements contribute to risk of hypothyroidism, hyperthyroidism, and thyroid cancer. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019;26(35):35787-35796. doi: 10.1007/s11356-019-06632-7
26. Federige MAF, Romaldini JH, Miklos ABPP, Koike MK, Takei K, Portes ES. Serum selenium and selenoprotein-P levels in autoimmune thyroid diseases patients in a select center: A transversal study. *Arch Endocrinol Metab*. 2017;61(6):600-607. doi: 10.1590/2359-3997000000309
27. Fiore M, Conti GO, Caltabiano R, et al. Role of emerging environmental risk factors in thyroid cancer: A brief review. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(7):1185. doi: 10.3390/ijerph16071185
28. Ertek S, Cicero AF, Caglar O, Erdogan G. Relationship between serum zinc levels, thyroid hormones and thyroid volume following successful iodine supplementation. *Hormones (Athens)*. 2010;9(3):263-268. doi: 10.14310/horm.2002.1276
29. El-Fadeli S, Bouhouch S, Skalny AV, et al. Effects of imbalance in trace element on thyroid gland from Moroccan children. *Biol Trace Elem Res*. 2016;170(2):288-293. doi: 10.1007/s12011-015-0485-2
30. Kudabayeva KI, Koshmaganbetova GK, Mickuviene N, Skalnaya MG, Tinkov AA, Skalny AV. Hair trace elements are associated with increased thyroid volume in schoolchildren with goiter. *Biol Trace Elem Res*. 2016;174(2):261-266. doi: 10.1007/s12011-016-0711-6
31. Shen F, Cai WS, Li JL, Feng Z, Cao J, Xu B. The association between serum levels of selenium, copper, and magnesium with thyroid cancer: A meta-analysis. *Biol Trace Elem Res*. 2015;167(2):225-235. doi: 10.1007/s12011-015-0304-9
32. Ige AO, Chidi RN, Egbeluya EE, Jubreel RO, Adele BO, Adewoye EO. Amelioration of thyroid dysfunction by magnesium in experimental diabetes may also prevent diabetes-induced renal impairment. *Heliyon*. 2019;5(5):e01660. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01660
33. Soldin OP, Aschner M. Effects of manganese on thyroid hormone homeostasis: Potential links. *Neurotoxicology*. 2007;28(5):951-956. doi: 10.1016/j.neuro.2007.05.003
34. Maouche N, Meskine D, Alamir B, Koceir EA. Trace elements profile is associated with insulin resistance syndrome and oxidative damage in thyroid disorders: Manganese and selenium interest in Algerian participants with dysthyroidism. *J Trace Elem Med Biol*. 2015;32:112-121. doi: 10.1016/j.jtemb.2015.07.002
35. Memon NS, Kazi TG, Afridi HI, et al. Correlation of manganese with thyroid function in females having hypo- and hyperthyroid disorders. *Biol Trace Elem Res*. 2015;167(2):165-171. doi: 10.1007/s12011-015-0277-8
36. Gorbachev AL, Skalny AV, Koubassov RV. Bioelement effects on thyroid gland in children living in iodine-adequate territory. *J Trace Elem Med Biol*. 2007;21(Suppl 1):56-58. doi: 10.1016/j.jtemb.2007.09.026

REFERENCES

1. Kudabayeva Khl, Koshmaganbetova GK, Mickuviene N, Skalny AV, Skalnaya MG. Role of trace elements imbalance in development of endemic goiter among schoolchildren in oil and gas districts of the western region of the Republic of Kazakhstan. *Mikroelementy v Medicine*. 2016;17(2):36-44. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2016-17-2-36-44
2. Rayman MP. Multiple nutritional factors and thyroid disease, with particular reference to autoimmune thyroid

- disease. *Proc Nutr Soc.* 2019;78(1):34-44. doi: 10.1017/S0029665118001192
3. Kondratev KV, Kiku PF, Beniova SN, *et al.* Social and hygienic lifestyle factors and iodine deficiency diseases. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2020;(12(333)):10-15. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-10-15
 4. Serikbayeva AA, Tauesheva ZB, Shcherbakova LV, Rymar OD. Associations of thyroid status and thyroperoxidase antibodies with serum trace elements. *Klinicheskaya i Eksperimental'naya Tireoidologiya.* 2023;19(1):12-19. (In Russ.) doi: 10.14341/ket12762
 5. Kohrle J, Jakob F, Contempre B, Dumont JE. Selenium, the thyroid, and the endocrine system. *Endocr Rev.* 2005;26(7):944-984. doi: 10.1210/er.2001-0034
 6. Teplova LV, Ereemeeva AV, Baykova OA, Suvorova NA. Rheumatic manifestations of hypothyroidism. *Sovremennaya Revmatologiya.* 2017;11(2):47-53. (In Russ.) doi: 10.14412/1996-7012-2017-2-47-53
 7. Santos LR., Neves C, Melo M, Soares P. Selenium and selenoproteins in immune mediated thyroid disorders. *Diagnostics (Basel).* 2018;8(4):70. doi: 10.3390/diagnostics8040070
 8. Babiker A, Alawi A, Al Atawi M, Al Alwan I. The role of micronutrients in thyroid dysfunction. *Sudan J Paediatr.* 2020;20(1):13-19. doi: 10.24911/SJP.106-1587138942
 9. Bilek R, Dvorakova M, Grimmichova T, Jiskra J. Iodine, thyroglobulin and thyroid gland. *Physiol Res.* 2020;69(Suppl 2):S225-S236. doi: 10.33549/physiolres.934514
 10. Ihnatowicz P, Drywien M, Wątor P, Wojsiat J. The importance of nutritional factors and dietary management of Hashimoto's thyroiditis. *Ann Agric Environ Med.* 2020;27(2):184-193. doi: 10.26444/aaem/112331
 11. Liu M, Song J, Jiang Y, *et al.* A case-control study on the association of mineral elements exposure and thyroid tumor and goiter. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2021;208:111615. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.111615
 12. Gorini F, Sabatino L, Pingitore A, Vassalle C. Selenium: An element of life essential for thyroid function. *Molecules.* 2021;26(23):7084. doi: 10.3390/molecules26237084
 13. Sharipova MM, Ivkina MV, Arkhangelskaya AN, Gurevich KG. Role of microelements in the development of endocrine pathology. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology).* 2022;(11):753-760. (In Russ.) doi: 10.17816/humeco72102
 14. Zhou Q, Xue S, Zhang L, Chen G. Trace elements and the thyroid. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13:904889. doi: 10.3389/fendo.2022.904889
 15. Kohrle J. Selenium, iodine and iron-essential trace elements for thyroid hormone synthesis and metabolism. *Int J Mol Sci.* 2023;24(4):3393. doi: 10.3390/ijms24043393
 16. Wroblewski M, Wroblewska J, Nuszkievicz J, Pawłowska M, Wesółowski R, Wozniak A. The role of selected trace elements in oxidoreductive homeostasis in patients with thyroid diseases. *Int J Mol Sci.* 2023;24(5):4840. doi: 10.3390/ijms24054840
 17. Gorenko IN. Thyroid antibodies levels in euthyroid men and women – residents of the Arctic Zone of the Russian Federation. *Klin Lab Diagn.* 2019;64(9):541-545. (In Russ.) doi: 10.18821/0869-2084-2019-64-9-541-545
 18. Poppe K. Management of endocrine disease: Thyroid and female infertility: More questions than answers?! *Eur J Endocrinol.* 2021;184(4):R123-R135. doi: 10.1530/EJE-20-1284
 19. Sengul D, Sengul I, Soares Junior JM. Repercussion of thyroid dysfunctions in thyroidology on the reproductive system: Conditio sine qua non? *Rev Assoc Med Bras (1992).* 2022;68(6):721-722. doi: 10.1590/1806-9282.20220255
 20. Molodovskaya IN, Tipisova EV, Elfimova AE, Alikina VA. Gender differences in thyroid function among euthyroid subjects with positive and negative thyroid antibodies (antibodies to thyroid peroxidase and/or thyroglobulin). *Human Physiology.* 2023;49(1):88-94. doi: 10.1134/S0362119722600242
 21. Stepanova EM. Thyroid status in women of reproductive age living under mild iodine deficiency conditions. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture.* 2023;15(5):97-116. (In Russ.) doi: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-928
 22. Elfimova AE, Tipisova EV, Molodovskaya IN, Alikina VA. Hormonal profile of residents of the European North with different TSH levels. *Problemy Reproduktsii.* 2021;27(3):49-57. (In Russ.) doi: 10.17116/repro20212703149
 23. Shen J, Zhang H, Jiang H, *et al.* The effect of micronutrient on thyroid cancer risk: A Mendelian randomization study. *Front Nutr.* 2024;11:1331172. doi: 10.3389/fnut.2024.1331172
 24. Stojasavljevic A, Rovcanin B, Jagodic J, *et al.* Alteration of trace elements in multinodular goiter, thyroid adenoma, and thyroid cancer. *Biol Trace Elem Res.* 2021;199(11):4055-4065. doi: 10.1007/s12011-020-02542-9
 25. Rezaei M, Javadmoosavi SY, Mansouri B, Ali Azadi N, Mehrpour O, Nakhaee S. Thyroid dysfunction: How concentration of toxic and essential elements contribute to risk of hypothyroidism, hyperthyroidism, and thyroid cancer. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2019;26(35):35787-35796. doi: 10.1007/s11356-019-06632-7
 26. Federige MAF, Romaldini JH, Miklos ABPP, Koike MK, Takei K, Portes ES. Serum selenium and selenoprotein-P levels in autoimmune thyroid diseases patients in a select center: A transversal study. *Arch Endocrinol Metab.* 2017;61(6):600-607. doi: 10.1590/2359-3997000000309
 27. Fiore M, Conti GO, Caltabiano R, *et al.* Role of emerging environmental risk factors in thyroid cancer: A brief review. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(7):1185. doi: 10.3390/ijerph16071185
 28. Ertek S, Cicero AF, Caglar O, Erdogan G. Relationship between serum zinc levels, thyroid hormones and thyroid volume following successful iodine supplementation. *Hormones (Athens).* 2010;9(3):263-268. doi: 10.14310/horm.2002.1276
 29. El-Fadeli S, Bouhouch S, Skalny AV, *et al.* Effects of imbalance in trace element on thyroid gland from Moroccan children. *Biol Trace Elem Res.* 2016;170(2):288-293. doi: 10.1007/s12011-015-0485-2
 30. Kudabayeva KI, Koshmaganbetova GK, Mickuviene N, Skalnaya MG, Tinkov AA, Skalny AV. Hair trace elements are associated with increased thyroid volume in schoolchildren with goiter. *Biol Trace Elem Res.* 2016;174(2):261-266. doi: 10.1007/s12011-016-0711-6
 31. Shen F, Cai WS, Li JL, Feng Z, Cao J, Xu B. The association between serum levels of selenium, copper, and magnesium with thyroid cancer: A meta-analysis. *Biol Trace Elem Res.* 2015;167(2):225-235. doi: 10.1007/s12011-015-0304-9
 32. Ige AO, Chidi RN, Egbeluya EE, Jubreel RO, Adele BO, Adewoye EO. Amelioration of thyroid dysfunction by magnesium in experimental diabetes may also prevent diabetes-induced renal impairment. *Heliyon.* 2019;5(5):e01660. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01660
 33. Soldin OP, Aschner M. Effects of manganese on thyroid hormone homeostasis: Potential links. *Neurotoxicology.* 2007;28(5):951-956. doi: 10.1016/j.neuro.2007.05.003
 34. Maouche N, Meskine D, Alamir B, Koceir EA. Trace elements profile is associated with insulin resistance

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-56-65>
Original Research Article

syndrome and oxidative damage in thyroid disorders: Manganese and selenium interest in Algerian participants with dysthyroidism. *J Trace Elem Med Biol.* 2015;32:112-121. doi: 10.1016/j.jtemb.2015.07.002

35. Memon NS, Kazi TG, Afridi HI, *et al.* Correlation of manganese with thyroid function in females having

hypo- and hyperthyroid disorders. *Biol Trace Elem Res.* 2015;167(2):165-171. doi: 10.1007/s12011-015-0277-8

36. Gorbachev AL, Skalny AV, Koubassov RV. Bioelement effects on thyroid gland in children living in iodine-adequate territory. *J Trace Elem Med Biol.* 2007;21(Suppl 1):56-58. doi: 10.1016/j.jtemb.2007.09.026

Сведения об авторах:

✉ **Степанова** Евгения Михайловна – научный сотрудник лаборатории биоэлементологии и функциональной морфологии; e-mail: at-evgenia@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2223-1358>.

Луговая Елена Александровна – кандидат биологических наук, доцент, директор; elena_plant@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6583-4175>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования, сбор данных, подготовка проекта рукописи: *Степанова Е.М.*; анализ и интерпретация результатов: *Степанова Е.М., Луговая Е.А.* Оба автора рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и в соответствии с ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» от 21.11.2011 № 323, ФЗ от 27.07.2006 № 152 «О персональных данных» (протокол заседания комиссии по биоэтике ФГБУН «Институт биологических проблем Севера» ДВО РАН № 001/019 от 29.03.2019). От всех участников оформлено письменное информированное согласие.

Финансирование: Исследование выполнено в рамках реализации темы государственного задания «Комплексная оценка состояния здоровья населения Дальневосточного федерального округа и арктических территорий для разработки адаптационных программ трудоспособного контингента к экстремальным условиям жизнедеятельности» (рег. номер 124111200092-3).

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

Статья получена: 31.05.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

✉ Evgenia M. **Stepanova**, Researcher, Laboratory of Bioelementology and Functional Morphology; e-mail: at-evgenia@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2223-1358>.

Elena A. **Lugovaya**, Cand. Sci. (Biol.), docent; Director; e-mail: elena_plant@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6583-4175>.

Author contributions: study conception and design, data collection, draft manuscript preparation: *Stepanova E.M.*; analysis and interpretation of results: *Stepanova E.M., Lugovaya E.A.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki, Federal Law No. 323 of November 21, 2011 “On the Fundamentals of Protecting Health of Citizens in the Russian Federation”, and Federal Law No. 152 of July 27, 2006 “On Personal Data”, and approved by the Bioethics Committee of the Institute of Biological Problems of the North (protocol No. 001/019 of March 29, 2019). Written informed consent was obtained from all participants.

Funding: The study was carried out as part of the state assignment “Comprehensive assessment of population health in the Far Eastern Federal District and Arctic territories for the development of programs of adaptation to extreme living conditions for workable people” (Registration No. 124111200092-3).

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

Received: May 31, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024



Оценка риска распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 от медицинских работников к другим лицам, имеющим общие социальные или профессиональные контакты

Е.Г. Климова¹, М.В. Чашин¹, В.Е. Голик¹, А.М. Чашин¹, Л.В. Макеева²

¹ ФГБУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация

² ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, ул. 2-я Советская, д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация

Резюме

Введение. В научной литературе недостаточно данных об исследованиях, посвященных анализу особенностей и механизмов передачи COVID-19 медицинскими работниками третьим лицам, в том числе членам семьи.

Цель исследования. Оценка риска распространения новой коронавирусной инфекции от медицинских работников к другим лицам, имеющим социальные или профессиональные контакты с ними.

Материалы и методы. Объектами исследования стали 178 медицинских работников, принявших участие в интервью по специальной анкете и ранее перенесших новую коронавирусную инфекцию. В работе использован аналитический эпидемиологический метод исследования «случай – контроль». Относительный риск заражения COVID-19 для лиц, имеющих общие социальные или профессиональные контакты. Статистический анализ выполнен с помощью программы SPSS.

Результаты. Установлен высокий профессиональный риск передачи инфекции от медицинских работников, заболевших в ходе исполнения своих трудовых обязанностей. Например, относительный риск заражения COVID-19 для лиц, проживающих в одной квартире, был выше в 1,92 раза ($p < 0,05$), коллег в 1,56 раза ($p = 0,1973$). Установлено, что относительный риск передачи COVID-19 лицам, проживающим в одной квартире, ассоциирован с тяжестью течения заболевания у медицинского работника. Результаты исследования показали положительную корреляционную связь между фактом заболевания COVID-19 и следующими факторами: длительностью контакта при обычном разговоре и разговоре на повышенных тонах (пении), длительностью физических занятий, расстоянием во время общения с больным человеком, плотностью проживания людей в многоквартирной квартире, а также наличием естественной вентиляции жилого помещения.

Заключение. Оценка риска распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 от медицинских работников к другим лицам, имеющим общие социальные или профессиональные контакты, показала, что наибольшему риску заражения подвергаются члены семьи и коллеги. Результаты исследования убедительно доказывают необходимость дальнейшего изучения условий труда медицинских работников, а также обоснованность совершенствования методологии оценки профессиональных рисков передачи опасных инфекций.

Ключевые слова: новая коронавирусная инфекция, COVID-19, биологический фактор, профессиональный риск передачи инфекции, медицинские работники.

Для цитирования: Климова Е.Г., Чашин М.В., Голик В.Е., Чашин А.М., Макеева Л.В. Оценка риска распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 от медицинских работников к другим лицам, имеющим общие социальные или профессиональные контакты // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 66–73. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-66-73

Assessing the Risks of COVID-19 Transmission from Healthcare Workers to Their Social and Professional Contacts

Ekaterina G. Klimova,¹ Maxim V. Chashchin,¹ Vladimir E. Golik,¹ Artemy M. Chashchin,¹ Lyudmila V. Makeeva²

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov,
41 Kirochnaya Street, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation

² North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

Summary

Introduction: There are few published studies on characteristics and mechanisms of COVID-19 transmission from health workers to third parties, including their family members, in the scientific literature.

Objective: To assess risks for transmission of the novel coronavirus disease from healthcare workers to their social and professional contacts.

Materials and methods: We surveyed 178 healthcare workers who had previously recovered from COVID-19 using a specially developed questionnaire. The work used the analytical epidemiological method of the case-control study. Statistical analysis was performed using the Statistical Package for Social Science (SPSS).

Results: We established a high risk of disease transmission from healthcare workers infected with COVID-19 in the occupational setting. The relative risk of developing the disease was 1.92 times ($p < 0.05$) for household members and 1.56 times ($p = 0.1973$) higher for colleagues. The findings showed that the relative risk of COVID-19 transmission to household members was associated with disease severity in the subjects. The results also demonstrated positive correlations between COVID-19 in family members and the following factors: duration of social contacts during normal conversation and loud talking or singing, physical activity, social distance kept when communicating with the diseased, apartment floor space per person, and the intensity of natural ventilation of the living area.

Conclusion: Our assessment of risks of COVID-19 transmission from health workers to their social and/or professional contacts showed that family members and colleagues were at the highest risk of infection. Its results convincingly prove

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-66-73>
Original Research Article

the need for further studies of working conditions of healthcare workers and the expediency of improving the methodology for assessing the risk of spread of occupational infections.

Keywords: novel coronavirus infection, COVID-19, biological factor, risk of occupational transmission of infection, healthcare workers.

Cite as: Klimova EG, Chashchin MV, Golik VE, Chashchin AM, Makeeva LV. Assessing the risks of COVID-19 transmission from healthcare workers to their social and professional contacts. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):66–73. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-66-73

Введение. Острый респираторный синдром новой коронавирусной инфекции (SARS-CoV-2) продолжает вызывать серьезные проблемы, как у отдельных пациентов, так и в популяции человека в целом [1–3]. По состоянию на 17 ноября 2024 года, в мире зарегистрировано 776 897 200 случаев заболевания COVID-19 и 7 076 329 случаев смерти¹. По данным собственных и международных исследований наибольшее количество пострадавших от новой коронавирусной инфекции зарегистрировано в профессиональной группе медицинских работников [4–11]. С начала пандемии COVID-19 врачи, фельдшера и медицинские сестры, на всех этапах участвующие в оказании медицинской помощи пациентам с острым респираторным синдромом, продемонстрировали героическую стойкость и профессиональную преданность своему делу, несмотря на опасение инфицироваться и инфицировать своих близких. Целый ряд международных исследований подтвердил опасения, связанные с высоким риском заражения COVID-19 среди медицинских работников и членов их семей, особенно в начальный период эпидемии [10, 12, 13]. С тех пор, благодаря усилиям многих ведущих мировых научных центров, получены глубокие знания о патогенезе заболевания, контагиозности и вирулентности разных штаммов новой коронавирусной инфекции, разработаны более эффективные средства индивидуальной защиты, вакцины, расширены возможности тестирования, внедрены новые методы эпидемиологического контроля, что, безусловно, способствовало снижению рисков заражения, как самих медицинских работников, так и членов их семей [10, 14]. Однако, рассматривая начальный опыт борьбы с новой коронавирусной инфекцией в свете негативных мировых тенденций возрастания опасной роли биологического фактора на рабочем месте медицинского работника в целом, не вызывает сомнений актуальность дальнейшего изучения эпидемического процесса, возникающего в лечебном учреждении, условий распространения инфекций при преодолении эпидемиологических барьеров за пределы медицинской организации, изменяющихся условий передачи опасных инфекций, а также актуальность значимого для профилактического научного направления медицины труда – совершенствование методологии оценки профессионального риска передачи инфекции в производственной и социальной среде [1]. В связи с этим **целью** нашего исследования стала оценка риска распространения новой коронавирусной

инфекции от медицинских работников к другим лицам, имеющим социальные или профессиональные контакты с ними.

Материалы и методы. В работе использован аналитический эпидемиологический метод исследования «случай – контроль». Объектами исследования стали медицинские работники, обратившиеся в центр компьютерной томографии с симптомами новой коронавирусной инфекции в период с 01.05.2020 по 01.07.2020. Исследование, включающее интервьюирование респондентов, было выполнено в период с 26.10.2023 по 05.05.2024. К участию были приглашены 223 медицинских работника, выбранных случайным методом. Приняли участие 178 человек (79,8 % от общего количества приглашенных). В таблице 1 представлена характеристика участников исследования.

Интервьюирование респондентов проводилось на основе анкет, рекомендованных к использованию «Временными методическими рекомендациями "Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)"»². Критерии включения в основную группу проекта соответствовали критериям предыдущего исследования, посвященного изучению распространенности клинически подтвержденных случаев COVID-19 среди медицинских работников [11, 15]. В них входили: стаж работы в профессии более 1 года и наличие клинических проявлений ОРВИ (t тела $> 37,5$ °C и один или более признаков: кашель, сухой или со скудной мокротой, одышка, ощущение заложенности в грудной клетке, $SpO_2 \leq 95$ %, боль в горле, заложенность носа или умеренная ринорея, нарушение или потеря обоняния (гипосмия или аносмия), потеря вкуса (дисгевзия), конъюнктивит, слабость, мышечные боли, головная боль, рвота, диарея, кожная сыпь) при наличии хотя бы одного из эпидемиологических признаков: а) наличие тесных контактов за последние 7 дней с лицом, находящимся под наблюдением по COVID-19, который в последующем заболел; б) наличие тесных контактов за последние 7 дней с лицом, у которого лабораторно подтвержден диагноз COVID-19; в) наличие профессиональных контактов с лицами, у которых выявлен подозрительный или подтвержденный случай заболевания COVID-19 [15, 16]. Критериями исключения из исследования были выявление у медицинских работников симптомов заболевания, не характерных для новой коронавирусной инфекции, а также отсутствие его на рабочем месте более 14 дней до момента обращения за медицинской

¹ Number of COVID-19 cases reported to WHO. [Электронный ресурс.] Режим доступа: <https://data.who.int/dashboards/covid19/cases?n=o> (дата обращения: 17.11.2024).

² Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 18 (26.10.2023)» (утв. Минздравом России). [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_347896/. (дата обращения: 01.12.2024).

Таблица 1. Характеристика участников исследования

Table 1. Description of the study participants

Средний возраст, лет / Mean age, years	44,9 (21–71)
Мужчин / Men	72 (40,4 %)
Женщин / Women	106 (59,6 %)
Среднее количество дней от начала заболевания / Mean number of days since the disease onset	8,23 (1–70)
Сатурация / Saturation	96,1 (65–100)

помощью по различным причинам (отпуск, временная утрата трудоспособности по другому заболеванию и т. п.) [4]. У 92 % респондентов диагноз коронавирусная инфекция COVID-19 был установлен на основании наличия характерных симптомов заболевания и результатов однократного лабораторного исследования на наличие PHK SARS-CoV-2, в 50 % случаев эти пациенты имели осложнение заболевания в виде двусторонней полисегментарной вирусной пневмонии (J12.8). У 8 % медицинских работников при наличии вирусной пневмонии, вирус не был идентифицирован. На момент регистрации заболевания ни один из участников исследования не был привит.

В основе используемой нами методологии оценки рисков лежит концепция управления рисками в эпидемиологии, предложенная Амиревым С.А. [17]. Данная методология предлагает рассматривать эпидемиологический риск, как потенциальную возможность осложнения эпидемиологической ситуации, ожидаемую или возникшую в связи с воздействием определенных факторов риска. Она также предусматривает описание количественной характеристики риска, включая вероятность осложнения эпидемиологической обстановки. Расчет относительного риска выполнен с помощью методологии, описанной в статье Петрова В.И. и Рязанова А.Ю. [18], где относительный риск (OR (relative risk, RR) – это соотношение частоты исходов среди исследуемых, на которых оказывал влияние изучаемый фактор, к частоте исходов среди исследуемых, не подвергшихся влиянию этого фактора. Относительный риск и отношение рисков часто используется в исследованиях «случай – контроль» для сравнения вероятности исхода в зависимости от наличия фактора риска. Расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена выполнен согласно

рекомендациям Корнилова А.С., описанной в его статье «Метод ранговой корреляции и его применение» [19]. Статистическая обработка данных была выполнена с использованием лицензированного приложения Windows XP Excel и пакета прикладных программ статистики Statistica и Statistical Package for Social Science (IBM SPSS Statistics).

Результаты. Результаты анализа данных интервьюирования показали, что на вопрос, связанный с оценкой медицинского работника подтверждающего факта заражения других людей в период своей болезни COVID-19, положительно ответили 59,7 % респондентов, отрицательно 38,3 %, а 1,9 % участников опроса затруднились с ответом на этот вопрос. В группе респондентов, ответивших утвердительно на этот вопрос, был количественно уточнен эпидемиологически значимый круг заболевших лиц (262 человека), которые на постоянной основе контактировали с медицинским работником в период его болезни, в том числе: а) лица, проживающие в одном подъезде (соседи); б) лица, работающие в одной смене, бригаде (сослуживцы); в) лица, проживающие в одной квартире (домочадцы). В таблице 2 представлен результат расчета относительного риска передачи COVID-19 от медицинских работников к третьим лицам. Он показал, что наибольшему риску заражения подвергаются члены семьи, относительный риск составил 1,92 ($p < 0,05$). Относительный риск, связанный с профессиональными контактами, также был несколько повышен, хотя и не был статистически значим.

Установлено, что повышенный риск передачи COVID-19 лицам, проживающим в одной квартире или помещении был ассоциирован с тяжестью течения заболевания у медицинского работника.

Например, для пациентов – медиков с объемом поражения легочной ткани от 50 до 70 %

Таблица 2. Относительный риск передачи коронавирусной инфекции от заболевшего медицинского работника другим лицам

Table 2. Relative risk of SARS-CoV2 transmission from a sick healthcare worker to other people

Группы риска / Risk groups	Удельный вес заразившихся / Proportion of the infected	Кол-во контактных лиц / Number of contacts	Риск / Risk	Доверительный интервал / Confidence interval	p
Лица, проживающие в одном подъезде (соседи) / People living in the same building (neighbors)	21,0 %	38	1,00	–	–
Лица, работающие в одной смене, бригаде (сослуживцы) / People working same shifts, team members (colleagues)	32,9 %	91	1,56	0,7918–3,0967	0,1973
Лица, проживающие в одной квартире (домочадцы) / People living in the same apartment (household members)	40,6 %	133	1,92	1,0077–3,6910	0,0474

Примечание: p – уровень статистической значимости.

Note: p – level of statistical significance.

патологических изменений в легочной ткани риск заражения домохозяев увеличивался в 3,17 раза ($p < 0,001$) (табл. 3).

В ходе исследования был выполнен анализ факторов, имеющих значимое гигиеническое и эпидемиологическое значение для профессионального риска передачи инфекции. Расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена хорошо продемонстрировал наличие статистически значимой связи между количеством инфицированных членов семьи и такими показателями социальной и физической активности, как время контакта при обычном разговоре, разговоре на повышенных тонах (пении), времени интенсивных физических занятий (упражнений), производимых здоровыми на момент контакта членами семьи. Установлено, что к другим условиям, увеличивающим вероятность заражения третьих лиц, относятся: малое расстояние во время общения с больным человеком (от 1 метра и менее), большая плотность проживания людей в многоквартирной квартире (человек/м²), а также низкий уровень естественной вентиляции помещения. Расчет коэффициента корреляции Спирмена для этих показателей был статистически значим и составил 0,391; 0,311 и 0,431 соответственно (табл. 4).

Обсуждение. В ходе исследования убедительно доказана высокая значимость профессионального риска передачи инфекции третьим лицам, включая медицинских работников, заболевших в ходе исполнения своих трудовых обязанностей. Например, риск заражения COVID-19 для совместно проживающих в одной квартире был выше в 1,9 раза ($p < 0,05$). Полученные данные хорошо согласуются с результатами других исследований [12, 13, 20]. Проблема передачи риска респираторных инфекций поднята авторами методических рекомендаций «Новая коронавирусная инфекция COVID-19: профессиональные аспекты сохранения здоровья и безопасности медицинских работников» [10]. В целом ряде научных работ отмечается, что распространение инфекции может происходить внутри медицинской организации (станций скорой помощи, диспетчерских, поликлинических и стационарных отделений), при этом инфицированный медицинский работник становится источником заражения, как своих коллег, так и для окружающих его людей за пределами места работы, в том числе дома, в транспорте и в других общественных пространствах [6, 10, 20]. Всестороннее изучение эпидемиологического процесса распространения респираторной инфекции в рабочих коллективах и за его предела-

Таблица 3. Относительный риск заражения COVID-19 членов семьи медицинского работника в зависимости от объема поражения его легочной ткани при вирусной пневмонии

Table 3. Relative risk of COVID-19 among family members of a healthcare worker by volume of lung damage due to viral pneumonia

Объем поражения легочной ткани / Volume of lung damage	Количество случаев заражения членов семьи / Number of cases among household members	% случаев / % of cases	Риск / Risk	Доверительный интервал / Confidence interval	p
< 5 % ($n = 40$)	10	24,6	1,00	—	—
5 – 25 % ($n = 32$)	12	37,9	1,5422	0,8898 – 2,6729	0,1226
25 – 50 % ($n = 22$)	8	36,4	1,4805	0,7236 – 3,0293	0,2827
50 – 75 % ($n = 9$)	7	77,8	3,1667	1,7845 – 5,6194	0,0001
Всего / Total ($n = 103$)	37	41,2	1,6789	1,0049 – 2,8051	0,0478

Примечание: p – уровень статистической значимости.

Note: p – level of statistical significance.

Таблица 4. Коэффициент корреляции Спирмена для оценки факторов риска, способствующих передаче COVID-19 от медицинских работников

Table 4. Spearman correlation coefficient for assessing risk factors for transmission of COVID-19 from healthcare workers

Факторы / Factors	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	p
Время контакта в тишине, мин. / Time of silent contact, min.	0,198	0,1
Время контакта при разговоре, мин. / Time of contact during conversation, min.	0,237	< 0,05
Время разговора на повышенных тонах, пение, мин. / Time of loud talking and/or singing, min.	0,307	< 0,01
Расстояние при общении, менее 1 метра / Social distance, < 1 m	0,391	< 0,001
Время интенсивных физических занятий (упражнений) (мин.) / Time of vigorous physical activity (exercise), min.	0,265	< 0,05
Плотность проживания в квартире, чел./м ² / Floor space per person, m ²	0,311	< 0,01
Интенсивность естественной вентиляции помещения, литров/мин / Natural ventilation rate in a room, L/min	0,431	< 0,001

Примечание: p – уровень статистической значимости.

Note: p – level of statistical significance.

ми имеет важное научно-практическое значение, как для лучшего понимания основных принципов методологии оценки профессионального риска передачи COVID-19 и других опасных инфекций, так и для дальнейшего совершенствования профилактических мер, а так же усиления мер социальной защищенности медицинских работников и членов их семьи в случае утраты здоровья, гарантирующих социальное обеспечение, в том числе за счет средств обязательного социального страхования, определения их потребности в социальной защите в соответствии с законодательством Российской Федерации, в реабилитации и уходе в случае заболевания (состояния), установления временной нетрудоспособности, инвалидности или в иных определенных законодательством Российской Федерации случаях [21, 22]. Такой подход оправдан не только социальной направленностью политики России, но и необходимостью нарастающего противостояния в будущем эпидемиологическим угрозам и возрастающего потенциала актов биологического терроризма. Таким образом, значительный рост в мире числа вспышек заболеваний новых опасных инфекций в последние два десятилетия XXI века диктуют необходимость пересмотра целого ряда государственных принципов и подходов, направленных на эффективное обеспечение мер биологической безопасности в системе здравоохранения, включая эпидемиологические, гигиенические, медицинские, кадровые, инфраструктурные и социальные меры [23–25]. Одним из основных может стать принцип высочайшего уровня социальной защищенности медицинского работника и членов его семьи в случае утраты здоровья при выполнении своих трудовых обязанностей. Реализация данного подхода в системе мер биологической безопасности труда медицинских работников потребует не только внесения изменений в законодательство в сфере социального обеспечения в случае профессионального заболевания, но и совершенствование методологии оценки профессионального риска передачи инфекции. В первую очередь ревизии должен быть подвергнут порядок расследования и учета случаев профессиональных заболеваний медицинских работников, причиной которых послужила опасная или особо опасная инфекция [23]. Так, в алгоритм эпидемиологического расследования, в случае вспышки того или иного инфекционного заболевания на рабочем месте, должен быть включен весь круг контактов, который может найти свое официальное подтверждение в санитарно-гигиенической характеристике условий труда [24, 25]. Опыт, приобретенный российским здравоохранением в период пандемии COVID-19, показал, что каждый случай подозрения на наличие острого респираторного синдрома опасной инфекции у медицинского работника, должен рассматриваться в особом порядке – порядке, который будет наилучшим образом способствовать принятию незамедлительных управленческих решений по разворачиванию комплекса противоэпидемических мероприятий, включая тестирования лиц из группы контакта, организацию защиты временем (карантин) и расстоянием (дистанцирование) пер-

сонала медицинской организации и членов семьи [10]. Изучение условий и механизмов передачи инфекции от групп высокого профессионального риска, связанных с COVID-19, к третьим лицам имеет важное эпидемиологическое, гигиеническое и социальное значение. Результаты работы обосновано поднимают проблему необходимости дальнейшего поиска и идентификации профессиональных рисков. Актуальным остается дальнейшее совершенствование мер профилактики, методов специальной оценки условий труда медицинских работников, в том числе путем детального описания предметной области, связанной с профессиональным риском передачи опасных инфекций. Результаты исследований могут быть использованы при обосновании введения дополнительных мер социальной защиты в случаях утраты здоровья, как в отношении медицинских работников, так и членов их семей.

Заключение. Оценка риска распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 от медицинских работников к другим лицам, имеющим общие социальные или профессиональные контакты, показала, что наибольшему риску заражения подвергаются члены семьи и коллеги, для которых относительный риск составил 1,92 ($p < 0,05$) и 1,56 ($p = 0,1973$) соответственно. Установлено, что относительный риск передачи COVID-19 лицам, проживающим в одной квартире ассоциирован с тяжестью течения заболевания у медицинского работника. Результаты исследования убедительно доказывают необходимость дальнейшего изучения условий труда медицинских работников, а также обоснованность совершенствования методологии оценки профессиональных рисков передачи опасных инфекций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симакина О.Е., Беляков Н.А. Мировые эпидемии и морская медицина – восприятие событий в первый год пандемии COVID-19 // Морская медицина. 2021. Т. 7. № 1. С. 20–32. doi: 10.22328/2413-5747-2021-7-1-20-32
2. Баздырев Е.Д. Коронавирусная инфекция – актуальная проблема XXI века // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2020. № 9 (2). С. 6–16. doi: 10.17802/2306-1278-2020-9-2-6-16
3. Ардашев А.В., Озерофф О., Сансалоне Р., Желяков Е.Г. и др. Рекомендации Евразийской аритмологической ассоциации (EURA), Аргентинского общества аритмий (SADEC) и Европейского аритмологического общества (ECAS) по проведению антиаритмической терапии у пациентов с нарушениями ритма сердца и проводимости и коронавирусной инфекцией COVID-19 // Кардиология. 2020. № 60(10). С. 4–12. doi: 10.18087/cardio.2020.10.n1283
4. Горблянский Ю.Ю., Конторович Е.П., Пономарева О.П., Волинская Е.И. Профессиональные аспекты новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Медицина труда и промышленная экология. 2021. № 61(2). С. 103–114. doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-2-103-114
5. Бабанов С.А., Азовская Т.А., Лаврентьева Н.Е., Бареева Р.А. Клинический случай вирусного миокардита, ассоциированного с SARS-CoV-2 у медицинского работника // Медицинский Совет. 2023. № 23. С. 40–48. doi: 10.21518/ms2023-441

6. Платонова Т.А., Голубкова А.А., Тутельян А.В., Смирнова С.С. Заболеваемость COVID-19 медицинских работников. Вопросы биобезопасности и факторы профессионального риска // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2021. № 20(2). С. 4–11. doi: 10.31631/2073-3046-2021-20-2-4-11
7. Zhang M. Estimation of differential occupational risk of COVID-19 by comparing risk factors with case data by occupational group. *Am J Ind Med*. 2021;64(1):39–47. doi: 10.1002/ajim.23199
8. Muir R, Parsons V, Madan I. Risks posed by Covid-19 to healthcare workers. *Occup Med (Lond)*. 2021;71(2):56–58. doi: 10.1093/occmed/kqaa191
9. Nguyen LH, Drew DA, Graham MS, et al. Risk of COVID-19 among front-line health-care workers and the general community: A prospective cohort study. *Lancet Public Health*. 2020;5(9):e475–e483. doi: 10.1016/S2468-2667(20)30164-X
10. Бухтияров И.В., Горблянский Ю.Ю. Новая коронавирусная инфекция COVID-19: профессиональные аспекты сохранения здоровья и безопасности медицинских работников // Москва: Ассоциация врачей и специалистов медицины труда. Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова, 2021. 132 с.
11. Чашин М.В., Большакова Е.Г., Голик В.Е., Чашина Д.М. и др. Распространенность клинически подтвержденных случаев новой коронавирусной инфекции (COVID-19) среди работников медицинских организаций в Санкт-Петербурге (по данным КТ исследования органов грудной клетки) // Профилактическая и клиническая медицина. 2022. № 3 (84). С. 57–64. doi: 10.47843/2074-9120_2022_3_57
12. Karlsson U, Fraenkel CJ. Covid-19: Risks to healthcare workers and their families. *BMJ*. 2020;371:m3944. doi: 10.1136/bmj.m3944
13. Shah ASV, Wood R, Gribben C, et al. Risk of hospital admission with coronavirus disease 2019 in healthcare workers and their households: Nationwide linkage cohort study. *BMJ*. 2020;371:m3582. doi: 10.1136/bmj.m3582
14. Ступак В.С., Зубко А.В., Манюшкина Е.М., Кобякова О.С., Деев И.А., Енина Е.Н. Здравоохранение России в период пандемии COVID-19: вызовы, системные проблемы и решение первоочередных задач // Профилактическая медицина. 2022. Т. 25. № 11. С. 21–27. doi: 10.17116/profmed2022251121
15. Нурпейсова А.Х., Алимова Л.К., Понежева Ж.Б., Маннанова И.В., Попова К.Н., Бикмухаметова А.И., Проценко Д.Н., Тюрин И.Н., Домкина А.М. Клинико-лабораторные особенности COVID-19 у людей молодого возраста // Лечащий Врач. 2021. № 3. С. 45–50. doi: 10.51793/OS.2021.24.3.009
16. Шпагина Л.А., Кузьмина Л.П., Котова О.С., Шпагин И.С., Камнева Н.В., Кузнецова Г.В., Лихенко-Логвиненко К.В. COVID-19 у медицинских работников (обзор литературы и собственные данные) // Медицина труда и промышленная экология. 2021. № 61(1). С. 18–26. doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-1-18-26
17. Амиреев С.А. Концепция, методология и научно-практическая основа оценки и управления рисками в эпидемиологии // Вестник КазНМУ. 2014. №3(1). С. 206–210.
18. Петров В.И. Базовые статистические знания, необходимые для интерпретации современных данных клинических исследований // Лекарственный вестник. 2021. Т. 15. № 1(81). С. 3–11.
19. Корнилова А.С., Никонова Р.А., Дрягина Д.Р. Метод ранговой корреляции и его применение // Современные инновации: теоретический и практический взгляд : сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Москва, 21–22 января 2018 года. Москва: Проблемы науки. 2018. С. 52–53.
20. Кorneенков А.А., Овчинников П.А., Вяземская Е.Э., Дворянчиков В.В., Рязанцев С.В., Янов Ю.К., Фанта И.В. Оценка условий труда и риски, обусловленные пандемией COVID-19: результаты онлайн-опроса персонала медицинских организаций // Медицинский Совет. 2023. № 7. С. 160–169. doi: 10.21518/ms2023-071
21. Уразаева С.Т., Кумар Г.Б., Тусупкалиева К.Ш., Балмагамбетова С.К., Уразаева А.Б., Нурмаганбетова Г.Ж., Нурмухамедова Ш.М., Аманшиева А.А., Ташимова Ж.К. COVID-19 и взаимосвязь с социальными и поведенческими факторами у населения Республики Казахстан // Здоровье населения и среда обитания. 2023. № 31(4). С. 22–29. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-4-22-29
22. Петрова М.С. Обоснование включения психокоррекционных методов в комплексную программу медицинской реабилитации пациентов, перенесших COVID-19, в условиях санаторно-курортной организации // Медицинский алфавит. 2023. № 24. С. 94–96. doi: 10.33667/2078-5631-2023-24-94-96
23. Гарипова Р.В., Стрижаков Л.А., Горблянский Ю.Ю., Бабанов С.А. Новая коронавирусная инфекция как профессиональное заболевание: сложные экспертные случаи // Медицина труда и промышленная экология. 2021. № 61(11). С. 720–725. doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-11-720-725
24. Батов В.Е., Кузнецов С.М., Логаткин С.М. Факторы риска заболеваемости COVID-19 персонала военно-медицинских организаций // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 3. С. 13–20. doi: 10.25016/2541-7487-2022-0-3-13-20
25. Мухаметзянов А.М., Кайданек Т.В., Асылгареева Г.М., Куватов С.С., Бронникова Н.Д., Шагиева З.А. Некоторые эпидемиологические аспекты новой коронавирусной инфекции COVID-19, определяющие действия профилактической и противоэпидемической направленности // Медицинский вестник Башкортостана. 2021. № 16(1). С. 71–77.

REFERENCES

1. Simakina OE, Belyakov NA. Worldwide epidemics and marine medicine – Perception of events in the first year of pandemic COVID-19. *Morskaya Meditsina*. 2021;7(1):20–32. (In Russ.) doi: 10.22328/2413-5747-2021-7-1-20-32
2. Bazdyrev ED. Coronavirus disease: A global problem of the 21st century. *Kompleksnye Problemy Serdechno-Sosudistykh Zabolevaniy*. 2020;9(2):6–16. (In Russ.) doi: 10.17802/2306-1278-2020-9-2-6-16
3. Ardashev A, Oseroff O, Sansalone R, et al. Recommendations for the management of COVID 19 patients regarding proarrhythmic effects of some current treatments, specifically if these patients suffer from arrhythmias, and for those receiving antiarrhythmic therapy. *Kardiologiya*. 2020;60(10):4–12. (In Russ.) doi: 10.18087/cardio.2020.10.n1283
4. Gorblyansky YuY, Kontorovich EP, Ponamareva OP, Volynskaya EI. Professional aspects of the new coronavirus infection (COVID-19). *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2021;61(2):103–114. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-2-103-114
5. Babanov SA, Azovskova TA, Lavrentyeva NE, Baraeva RA. A clinical case of viral myocarditis associated with SARS-CoV-2 in a health worker. *Meditsinskiy Sovet*. 2023;17(23):40–48. (In Russ.) doi: 10.21518/ms2023-441
6. Platonova TA, Golubkova AA, Tutelyan AV, Smirnova SS. The incidence of COVID-19 medical workers. The issues

- of biosafety and occupational risk factors. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika*. 2021;20(2):4-11. (In Russ.) doi: 10.31631/2073-3046-2021-20-2-4-11
7. Zhang M. Estimation of differential occupational risk of COVID-19 by comparing risk factors with case data by occupational group. *Am J Ind Med*. 2021;64(1):39-47. doi: 10.1002/ajim.23199
 8. Muir R, Parsons V, Madan I. Risks posed by Covid-19 to healthcare workers. *Occup Med (Lond)*. 2021;71(2):56-58. doi: 10.1093/occmed/kqaa191
 9. Nguyen LH, Drew DA, Graham MS, et al. Risk of COVID-19 among front-line health-care workers and the general community: A prospective cohort study. *Lancet Public Health*. 2020;5(9):e475-e483. doi: 10.1016/S2468-2667(20)30164-X
 10. Bukhtiyarov IV, Gorblyansky YuYu. [Novel Coronavirus Disease COVID-19: Occupational Aspects of Maintaining Health and Safety of Medical Workers.] Moscow: Academician Izmerov Research Institute of Occupational Medicine; 2021. (In Russ.)
 11. Chashchin MV, Bolshakova EG, Golik VE, Chashchina DM, Belyaev VR, Chashchin VP. Prevalence of viral pneumonia COVID-19 among health care workers in the Saint-Petersburg (according to high resolution computed tomography data of the lungs). *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina*. 2022;3(84):57-64. (In Russ.) doi: 10.47843/2074-9120_2022_3_57
 12. Karlsson U, Fraenkel CJ. Covid-19: Risks to healthcare workers and their families. *BMJ*. 2020;371:m3944. doi: 10.1136/bmj.m3944
 13. Shah ASV, Wood R, Gribben C, et al. Risk of hospital admission with coronavirus disease 2019 in healthcare workers and their households: Nationwide linkage cohort study. *BMJ*. 2020;371:m3582. doi: 10.1136/bmj.m3582
 14. Stupak VS, Zubko AV, Manoshkina EM, Kobayakova OS, Deev IA, Enina EN. Healthcare in Russia during the COVID-19 pandemic: Challenges, systemic issues, and addressing priorities. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2022;25(11):21-27. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed2022251121
 15. Nurpeisova AKh, Alimova LK, Ponezheva ZhB, et al. Clinical and laboratory features of COVID-19 in young people. *Lechashchiy Vrach*. 2021;3(3):45-50. (In Russ.) doi: 10.51793/OS.2021.24.3.009
 16. Shpagina LA, Kuzmina LP, Kotova OS, et al. COVID-19 in healthcare workers (literature review and own data). *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2021;61(1):18-26. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-1-18-26
 17. Amireev SA. [Concept, methodology and scientific and practical basis for risk assessment and management in epidemiology.] *Vestnik KazNMU*. 2014;3(1):206-210. (In Russ.)
 18. Petrov VI, Ryazanova AYU. [Basic statistical knowledge necessary for the interpretation of modern clinical trial data.] *Lekarstvennyy Vestnik*. 2021;15(1(81)):3-11. (In Russ.)
 19. Kornilova AS, Nikonova RA, Dryagina DR. [Rank correlation method and its application.] In: *Modern Innovations: Theoretical and Practical View: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Moscow, January 21-22, 2018*. Moscow: Problemy Nauki Publ.; 2018:52-53. (In Russ.)
 20. Korneenkov AA, Ovchinnikov PA, Vyazemskaya EE, et al. Assessment of working conditions and risks caused by the COVID-19 pandemic: Results of an online survey of personnel of medical organizations. *Meditsinskiy Sovet*. 2023;17(7):160-169. (In Russ.) doi: 10.21518/ms2023-071
 21. Urazayeva ST, Kumar GB, Tussupkaliyeva KSh, et al. COVID-19 and its relationship with social and behavioral factors in the population of the Republic of Kazakhstan. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(4):22-29. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-4-22-29
 22. Petrova MS. Substantiation for inclusion of psycho-corrective methods in comprehensive program of medical rehabilitation of patients who have suffered COVID 19 in conditions of sanatorium-resort organization. *Meditsinskiy Alfavit*. 2023;(24):94-96. (In Russ.) doi: 10.33667/2078-5631-2023-24-94-96
 23. Garipova RV, Strizhakov LA, Gorblyansky YuYu, Babanov SA. New coronavirus infection as an occupational disease: Complex expert cases. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2021;61(11):720-725. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-11-720-725
 24. Batov VE, Kuznetsov SM, Logatkin SM. Assessment of risk factors for COVID-19 infection in personnel of military medical organizations. *Mediko-Biologicheskie i Sotsial'no-Psikhologicheskie Problemy Bezopasnosti v Chrezvychaynykh Situatsiyakh*. 2022;(3):13-20. (In Russ.) doi: 10.25016/2541-7487-2022-0-3-13-20
 25. Mukhametzyanov AM, Kaidanek TV, Asylgareeva GM, Kuvatov SS, Bronnikova ND, Shagieva ZA. Some epidemiological aspects of new coronavirus infection COVID-19, defining the actions of preventive and anti-epidemic directions. *Meditsinskiy Vestnik Bashkortostana*. 2021;16(1):71-77. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Климова Екатерина Георгиевна – младший научный сотрудник НИЛ арктической медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; e-mail: golikir23@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3421-275X>.

✉ **Чашин** Максим Валерьевич – д.м.н., профессор, заведующий НИЛ арктической медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; e-mail: maksim.chashchin@szgmu.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6759-5481>.

Голик Владимир Евгеньевич – младший научный сотрудник НИЛ арктической медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; e-mail: golikir23@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2395-0212>.

Чашин Артемий Максимович – студент 4-го курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; e-mail: artemy.chashchin@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8320-1256>.

Макеева Людмила Викторовна – главный врач медицинского центра ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; e-mail: lmakeeva@s-znc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7747-8318>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Чашин М.В.; сбор данных: Голик В.Е.; анализ и интерпретация результатов: Климова Е.Г.; литературный обзор: Макеева Л.В., Климова Е.Г.; подготовка рукописи: Макеева Л.В., Климова Е.Г., Чашин А.М. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено на заседании Локального этического комитета ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-66-73>

Original Research Article

Российской Федерации» (Протокол № 7 от 19.01.2022). От всех участников было получено добровольное информированное согласие.

Финансирование: статья подготовлена в рамках гранта, предоставленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение от 25.04.2022 № 075-15-2022-325 о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета и реализации Программы НЦМУ «Центр междисциплинарных исследований человеческого потенциала»).

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

Статья получена: 13.10.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

Ekaterina G. **Klimova**, Junior Researcher, Research Laboratory of Arctic Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: golikir23@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3421-275X>.

✉ Maxim V. **Chashchin**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Head of the Research Laboratory of Arctic Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: maksim.chashchin@szgmu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6759-5481>.

Vladimir E. **Golik**, Junior Researcher, Research Laboratory of Arctic Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: golikir23@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2395-0212>.

Artemy M. **Chashchin**, 4th year student, Faculty of Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: artemy.chashchin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8320-1256>.

Lyudmila V. **Makeeva**, Chief Physician, Medical Center, North-West Public Health Research Center; e-mail: l.makeeva@s-znc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7747-8318>.

Author contributions: study conception and design: *Chashchin M.V.*; data collection: *Golik V.E.*; analysis and interpretation of results: *Klimova E.G.*; bibliography compilation and referencing: *Makeeva L.V.*, *Klimova E.G.*; draft manuscript preparation: *Makeeva L.V.*, *Klimova E.G.*, *Chashchin A.M.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Ethics approval was provided by the Institutional Ethics Committee of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov (protocol No. 7 of January 19, 2022). Informed consent was obtained from all study participants.

Funding: The article was prepared within the framework of a research grant given by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement dated 04/25/2022 No. 075-15-2022-325 on the provision of a grant in the form of subsidies from the federal budget and the implementation of the NCMU Program "Center for Interdisciplinary Research of Human Potential").

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

Received: October 13, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024



Оценка риска осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве с использованием многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области

Ф.В. Логвин¹, Д.К. Герасименко², Н.П. Буравцева², А.Г. Рязанова², В.М. Мезенцев²,
А.В. Никитина², О.В. Семенова², Л.Ю. Аксенова², Т.М. Головинская², И.В. Берестов³,
С.А. Перминова³, В.А. Дорошенко³, А.Н. Куличенко²

¹ ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России,
пер. Нахичеванский, д. 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация

² ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора,
ул. Советская, д. 13–15, г. Ставрополь, 355035, Российская Федерация

³ Управление Роспотребнадзора по Свердловской области,
пер. Отдельный, д. 3, г. Екатеринбург, 620078, Российская Федерация

Резюме

Введение. Сибирская язва сохраняет актуальность в связи с практически повсеместным распространением в Российской Федерации стационарно неблагополучных по этой инфекции пунктов и почвенных очагов. Свердловская область отличается крупными сибиреязвенными эпизоотиями в прошлом.

Цель исследования: оценить риски осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве по результатам ранжирования с использованием оптимизированной методики многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области.

Материалы и методы. Рассмотрены архивные и актуализированные данные Управления Роспотребнадзора по Свердловской области по сибирской язве. Ранжирование административных территорий региона осуществлено с применением ранее разработанной нами методики многофакторного анализа, основанной на определении ранговых величин характеристик стационарно неблагополучных пунктов (R_{1-8}) и дополненной поправочным коэффициентом ΣR_{1-8} , значения которого зависят от количества внутрисубъектных административных территорий. Введенная модификация позволяет унифицировать методику ранжирования, сравнивать риски по инфекции в субъектах России.

Результаты. В 58 % административных территорий региона отмечена низкая и средняя степени риска осложнения ситуации при наличии территорий высокого риска (42 %), преобладающих на юге и востоке области. Локализация территорий высокого риска и до 70 % стационарно неблагополучных пунктов соотносится с природными зонами, благоприятными для возбудителя сибирской явы (серые лесные, пойменные почвы в широколиственных, лесостепных ландшафтах и др.).

Выводы. В последние десятилетия Свердловская область относительно благополучна по сибирской язве на фоне наличия факторов риска ее осложнения. Результаты ранжирования обеспечат повышение эффективности эпидемиологического надзора за данной инфекцией.

Ключевые слова: сибирская язва, стационарно неблагополучный по сибирской язве пункт, сибиреязвенное захоронение, эпизоотологическая и эпидемиологическая обстановка, факторы риска, ранжирование территорий, ГИС-технологии.

Для цитирования: Логвин Ф.В., Герасименко Д.К., Буравцева Н.П., Рязанова А.Г., Мезенцев В.М., Никитина А.В., Семенова О.В., Аксенова Л.Ю., Головинская Т.М., Берестов И.В., Перминова С.А., Дорошенко В.А., Куличенко А.Н. Оценка риска осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве с использованием многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 74–84. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-74-84

Anthrax Risk Assessment for the Sverdlovsk Region Using Multivariate Analysis and Geoinformation Technologies

Fedor V. Logvin,¹ Diana K. Gerasimenko,² Nina P. Buravtseva,² Alla G. Ryazanova,² Vladimir M. Mezentsev,²
Anna V. Nikitina,² Olga V. Semenova,² Luidmila Yu. Aksenova,² Tatyana M. Golovinskaya,² Ilia V. Berestov,³
Svetlana A. Perminova,³ Victoria A. Doroshenko,³ Alexandr N. Kulichenko²

¹ Rostov State Medical University, 29 Nakhichevsky Lane, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation

² Stavropol Research Anti-Plague Institute, 13–15 Sovetskaya Street, Stavropol, 355035, Russian Federation

³ Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 3 Otdelny Lane, Yekaterinburg, 620078, Russian Federation

Summary

Introduction: Anthrax remains relevant due to the almost ubiquitous spread in the Russian Federation of anthrax stationary hazardous areas and soil foci. The Sverdlovsk Region is distinguished by large anthrax epizootics in the past.

Objective: To assess anthrax risks based on ranking results using optimized methodology of multiple factor analysis and geoinformation technologies in the Sverdlovsk Region.

Materials and methods: The archival and updated data on anthrax by the Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing were examined. The administrative territories of the region were ranked using a previously developed multivariate analysis technique based on the determination of the rank values of characteristics of the stationary hazardous areas (R_{1-8}) and supplemented by a correction factor to ΣR_{1-8} , the values of which depend on the number of the intra-subject administrative territories. The introduced adjustment makes it possible to unify the ranking methodology and compare the risks of infection in the regions of Russia.

Results: In 58 % of the administrative territories of the region, low and medium anthrax risks were established in the presence of high-risk territories (42 %), mostly in the south and east of the region. The location of high-risk territories and

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-74-84>
Original Research Article

up to 70 % of stationary hazardous sites correlates with natural zones favorable for the pathogen (gray forest, floodplain soils in broad-leaved, forest-steppe landscapes, etc.).

Conclusions: In recent decades, the Sverdlovsk Region has been characterized by relative well-being in terms of anthrax despite the presence its risk factors. The ranking results will ensure better efficiency of epidemiological surveillance of this infection.

Keywords: anthrax, anthrax stationary hazardous site, anthrax burial site, epizootiological and epidemiological situation, risk factors, ranking of territories, GIS technologies.

Cite as: Logvin FV, Gerasimenko DK, [Buravtseva NP] Ryazanova AG, Mezentsev VM, Nikitina AV, Semenova OV, Aksenova LYU, Golovinskaya TM, Berestov IV, Perminova SA, Doroshenko VA, Kulichenko AN. Anthrax risk assessment for the Sverdlovsk Region using multivariate analysis and geoinformation technologies. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):74–84. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-74-84

Введение. Сибирская язва, особо опасное заболевание, общее для человека и животных, ежегодно регистрируется в Российской Федерации [1]. Сибиреязвенные эпизоотии сельскохозяйственных животных (СХЖ), исторически фиксирующиеся на преобладающей территории России, сопровождалась появлением множества стойких почвенных очагов инфекции (за счет способности *Bacillus (B.) anthracis* к формированию спор) с высоким потенциалом повторной активизации [2–6]. В соответствии со справочной информацией, в Российской Федерации зарегистрировано не менее 37 000 стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов (СНП), активных в XIX–XXI вв. более 72 000 раз¹.

Свердловская область – один из крупнейших субъектов Российской Федерации (16-е место по площади территории среди всех регионов России), входящий в состав Уральского федерального округа (УФО) и занимающий северную и среднюю части Уральских гор, западные окраины Западно-Сибирской равнины. Свердловская область отличается высокой численностью (5-е место по России) и плотностью населения (45-е место), является ведущим промышленным центром и значимым транспортно-логистическим узлом страны. В рамках административно-территориального устройства этот субъект УФО включает 30 районов, 25 городов областного значения (г.о.з.), 4 закрытых административно-территориальных образования (ЗАТО)².

Сибирская язва на Урале в прошлом – не редкость. На территории современной Свердловской области отмечались масштабные эпизоотии, прежде всего связанные с широким развитием в регионе скотоводства и табунного коневодства в XVIII–XIX вв.^{3,4}, и эпидемические проявления сибиреязвенной инфекции [7–14].

Вопросы оценки эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве с анализом потенциальных рисков ее осложнения на тех или иных территориях Российской Федерации представляют важное направление современных исследований, способствующих совершенствованию всей системы надзора за инфекцией [5, 15–18]. Ранее нами была разработана методика многофакторного ранжирования административно-территориальных единиц (АТЕ) субъектов страны по степени риска ослож-

нения ситуации по сибирской язве [19]. Данная методика подразумевает расчет ранговых величин характеристик СНП и нахождение суммарных рейтингов (ΣR_{1-8}) по каждой АТЕ. Наличие в регионах различного количества АТЕ отражается на значениях ΣR_{1-8} , что в итоге не позволяет сравнивать риски в АТЕ, относящихся к разным субъектам. Поэтому с целью возможности проведения сравнительного анализа различных территорий по степени риска осложнения ситуации целесообразна оптимизация и унификация методики.

Важную роль в совершенствовании эпизоотолого-эпидемиологического надзора за сибирской язвой играют технологии геоинформационных систем (ГИС), обеспечивающие разностороннее и качественное изучение данных, повышение эффективности реагирования на вспышки заболевания и реализации профилактических мероприятий [20–23]. В связи с неблагополучием Свердловской области по сибирской язве в прежние годы, актуально ранжирование территории этого региона по степени риска активизации инфекции с использованием современных информационных подходов.

Цель исследования – оценить риски осложнения эпидемиологической ситуации по сибирской язве по результатам ранжирования с применением оптимизированной методики многофакторного анализа и геоинформационных технологий на примере Свердловской области.

Материалы и методы. В процессе исследования использованы актуализированные данные Управления Роспотребнадзора по Свердловской области по сибирской язве в регионе, архивные, справочные материалы. Имеющиеся сведения о СНП были систематизированы в виде геоинформационных баз данных MS Excel, актуализированы (административная принадлежность, наименования СНП, годы проявления их активности, данные о количестве случаев заболевания животных и людей, географические координаты расположения СНП и др.) и соотнесены в ГИС-программе ArcGIS 10 с административной картой региона для изучения активности СНП, рисков по инфекции и др. [15, 19, 20, 23].

В основе предложенной методики ранжирования административных территорий субъектов Российской

¹ Черкасский Б.Л., ред. Кадастр стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов Российской Федерации. М.: ИНТЕРСЭН, 2005. 829 с.

² Справочник по административно-территориальному делению Свердловской области, утв. Приказом Министерства строительства и развития инфраструктуры Свердловской области от 23.10.2024 № 515-П. <https://minstroy.midural.ru/uploads/document/2755/2024-spravochnik-po-atd-so-prikaz-ot-23102024-515-p.pdf>

³ Черкасский Б.Л. Эпидемиология и профилактика сибирской язви. М.: ИНТЕРСЭН, 2002. 384 с.

⁴ Черкасский Б.Л. Путешествие эпидемиолога во времени и пространстве. Воронеж: ФГУП ИПФ «Воронеж», 2003. 640 с.

Федерации положен анализ оптимального набора основных характеристик СНП, при совокупном учете которых рассчитываются ранговые показатели относительно каждой АТЕ субъекта: количество (ранг R_1), число лет активности (R_2) и кратность активности (R_3) СНП, количество активных СНП (R_4) и число лет их активности (R_5) за последние 10 лет, плотность (R_6) и удельный вес (R_7) СНП, индекс эпизоотичности (R_8) (обобщенный показатель неблагополучия АТЕ, напряженности ситуации, учитывающая как долю СНП, так и степень проявления их активности) [19].

Суммарный рейтинг рангов факторов по каждой АТЕ вычисляется по формуле (1):

$$\Sigma R_{1-8} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 \quad (1)$$

Представленная методика ранжирования регионов России предполагает учет числа выделенных внутрисубъектных территорий районов, городских округов и т. п., что ведет к прямой зависимости между значениями рангов факторов риска R_1 – R_8 и общим количеством имеющихся в субъекте АТЕ. С целью приведения методики к унифицированному виду и возможности объективного сравнения потенциальных рисков по сибирской язве в пределах АТЕ субъектов, значительно различающихся составом и общим числом административных территорий, на примере ранжирования Свердловской области были введены поправочные (выравнивающие) коэффициенты (k_n) к ΣR_{1-8} , позволяющие анализировать результаты ранжирования по единой шкале оценки степени риска. В зависимости от количества АТЕ в субъектах присваиваются поправочные коэффициенты k_n от 1,25 до 2,75. Для Свердловской области применен поправочный коэффициент $k_n = 2,75$. Суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) с учетом поправочного коэффициента (k_n) рассчитывается по формуле (2):

$$\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8) : k_n \quad (2)$$

Ранжирование субъектов с учетом выравнивающих коэффициентов допускает распределение АТЕ регионов на 4 группы по степени риска в отношении сибирской язвы. Низкий риск (группа 1) – суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) от 0 до 49,9; средний риск (группа 2) – суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) от 50,0 до 99,9; высокий риск (группа 3) – суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) от 100,0 до 149,9; очень высокий

риск (группа 4) – суммарный рейтинг ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$) 150,0 и более.

Результаты ранжирования визуализировались на электронной карте субъекта в среде ArcGIS 10. Статистическая обработка выполнялась в MS Excel.

Результаты. По актуализированной информации, на территории Свердловской области насчитывается 372 СНП в 36 из 59 АТЕ (11 г.о.з. и 25 районах), активных в 1900–1984 гг. Большинство пунктов, 221 СНП (59 %), локализовано в 7 районах: Слободо-Туринском (43 СНП), Тугулымском (42), Туринском (31), Ирбитском (29), Камышловском (26), Алапаевском (25), Таборинском (25). Неблагополучными по сибирской язве являются также такие крупные города области, как Екатеринбург, Нижний Тагил, Алапаевск и др. На остальных территориях (24 АТЕ) СНП не обнаружены.

С 1900 г. в регионе сибирская язва отмечалась 595 раз с выраженным преобладанием в 1930–1939 гг. (110 активных СНП/125 вспышек) и 1940–1949 гг. (190/257) (см. рис. 1). Наибольшая частота проявлений инфекции зарегистрирована в Слободо-Туринском (всего 74 вспышки, 34 из них в 1944 г.), Алапаевском (70 очагов, 46 из которых – в 1940–1949 гг.) и Тугулымском (65 вспышек, 37 – в 1939 г.) районах. Последние вспышки зафиксированы в г.о.з. Алапаевске и Белоярском районе в 1984 г.

Согласно имеющимся данным, с 1900 по 1984 г. в 24 АТЕ сибирской язвой заболело не менее 3075 голов (гол.) СХЖ: 1362 лошади, 1260 гол. крупного рогатого скота (КРС), 415 гол. мелкого рогатого скота (МРС), 38 свиней. Значительное количество пораженных СХЖ наблюдалось в Богдановичском районе (более 1803 гол.) и г.о.з. Березовском (720).

Архивные сведения о случаях заболевания сибирской язвой людей в Свердловской области ограничены данными за определенные периоды. В 1908–1979 гг. заражения людей наблюдались в 37 населенных пунктах области с наибольшим числом в 1920–1942 гг. (70 % всех случаев). С 1920 по 1960 г. сибиреязвенная инфекция подтверждена у 856 человек. Случаи болезни людей учтены в 1927, 1945, 1946, 1950, 1974 гг. Также в процессе вспышки сибирской язвы в г. Свердловске в 1979 г. в результате реализации аспирационного механизма передачи возбудителя в инфекционный процесс

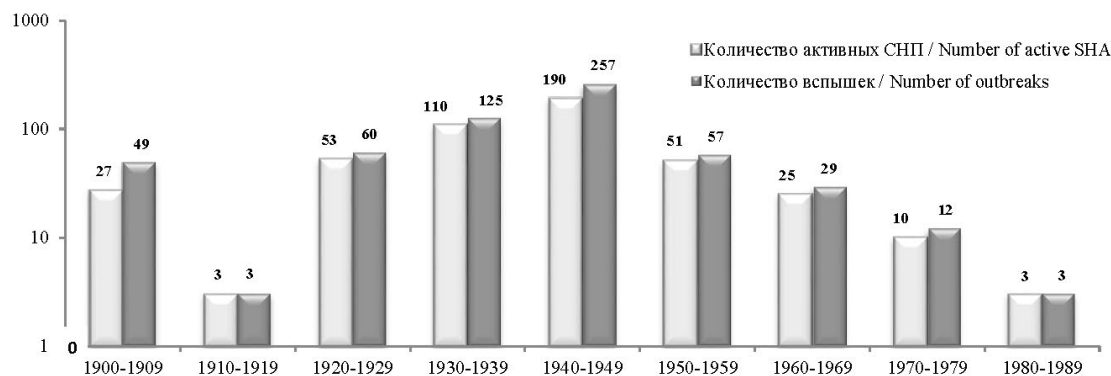


Рис. 1. Проявления активности СНП в Свердловской области по периодам в 1900–1989 гг.

Fig. 1. Manifestations of activity of stationary hazardous areas in the Sverdlovsk Region by decades, 1900–1989

были вовлечены 96 человек с развитием легочной формы болезни и свыше 60 СХЖ^{2,3} [7–14].

После 1979 г. в Свердловской области сибирская язва у людей не отмечалась, а последние зафиксированные случаи среди СХЖ наблюдались в 1983–1984 гг.

На основе оценки $\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$ с применением ArcGIS 10 произведено ранжирование АТЕ Свердловской области по степени риска осложнения ситуации по сибирской язве. Поскольку в состав субъекта включены 59 АТЕ, среди которых СНП отсутствуют среди более 30 % АТЕ, то при расчете $\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}}$ использован поправочный коэффициент $k_n = 2,75$. В результате административные территории области распределились на три группы с низким, средним, высоким потенциальным риском, при этом АТЕ очень высокого риска ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} = 150,0$ и более) в данном регионе УФО не представлены (см. табл. и рис. 2).

Группа с низкой степенью риска включает 23 АТЕ, в которых сибирская язва не регистрировалась, СНП отсутствуют.

К группе средней степени риска отнесены 11 АТЕ (4 г.о.з. и 7 районов) с 18 СНП, активными в течение 1927–1984 гг. (22 вспышки). Известно о заболевании 25 КРС, 44 МРС, 1 свиньи, 12 лошадей в 5 АТЕ (г.о.з. Карпинск, г.о.з. Полевской, Белоярский, Верхотурский, Серовский районы). После 1960 г. активность проявляли 2 СНП Белоярского района – это с. Некрасово (1965 г.) и с. Камышево (1979 г., 1984 г.). Среди АТЕ второй группы более высокие значения суммарного рейтинга ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} \geq 91,45$) получены для Пышминского (2 СНП/2 вспышки), Шалинского (3/3), Белоярского (3/4) районов.

Группа высокого риска объединяет 25 АТЕ (7 г.о.з. и 18 районов), в т. ч. г. Екатеринбург и Сысертский район, пострадавшие от вспышки сибирской язвы 1979 г. АТЕ этой группы локализируются на юге, юго-востоке и востоке области. Здесь расположено 354 СНП с 573-кратной активностью (максимум – в 1940–1949 гг.) и заболеванием сибирской язвой свыше 2900 СХЖ; из них более 790 КРС, 1200 лошадей – в Богдановичском районе в 1927–1930 гг. Крупная вспышка произошла в 1950 г. в п. Ключевске (г.о.з. Березовский) с вовлечением в эпизоотический процесс 425 КРС, 267 МРС, 20 свиней, 8 лошадей. Значительное неблагополучие отмечено в Ирбитском ($\Sigma R_{1-8 \text{ корр.}} = 140,7$), Камышловском (136,7), Слободо-Туринском (148,7), Тугулымском (143,3), Туринском (139,5) районах, где находится до 46,5 % СНП региона и зарегистрировано 43,5 % всех сибиреязвенных очагов. С учетом ранговых величин R_1, R_2, R_{5-8} ($R_{cp} = 58,2$) лидирует Слободо-Туринский район, в пределах которого учтено преобладающее количество СНП (43), кратность их активности (74 очага), присутствуют наиболее высокие риски осложнения ситуации по инфекции.

Характер пространственного распределения СНП, сохранение потенциальной активности расположенных на их территории сибиреязвенных почвенных очагов, эпизоотические проявления инфекции зависят от климатических, почвенных условий среды, эрозийных, антропогенных факторов [3, 4, 8, 24, 25]. Несмотря на то что эти природные

факторы риска не представлены в используемой методике ранжирования, нами проведен анализ соотношения расположения СНП с разными типами почв и ландшафтов для изучения возможности использования данного критерия при определении территорий с более высоким риском проявления инфекции.

Свердловская область находится в трех природных районах – Восточно-Европейском равнинном, Западно-Сибирском равнинном, Уральском равнинно-горном. Климат умеренно холодный, континентальный, до 80 % всей территории входит в таежную зону, на юго-востоке, крайнем юго-западе региона встречаются участки лесостепей. В Свердловской области имеется порядка 35 типов почв.

В результате соотношения локализации СНП с зонами различных почвенно-ландшафтных типов показано, что до 340 СНП высокой (325 СНП) и средней (15) групп риска представлены на территориях, наиболее благоприятных для существования *B. anthracis*: широколиственные, таежные, лесостепные ландшафты в сочетании с дерновыми, серыми лесными, пойменными черноземными типами почв с содержанием гумуса до 6–10 %. Климатические условия перечисленных природных зон заметно более мягкие, чем в западных, северных, северо-восточных районах области.

АТЕ с низкой, средней степенью риска занимают обширные северные, западные территории, где отмечается суровый климат, повышенная кислотность с застойной переувлажненностью почв, содержание гумуса в почвах не превышает 2–5 %.

Обсуждение. Учет СНП и мониторинг их активности являются важным компонентом эпидемиологического надзора за сибирской язвой. Длительное сохранение в почве жизнеспособности спор *B. anthracis* обуславливает актуальность ретроспективных данных об активности инфекции, поэтому наличие СНП расценивается как значимый фактор потенциального риска осложнения ситуации по сибирской язве.

В процессе анализа ретроспективных проявлений инфекции в Свердловской области в 1900–1989 гг. отмечено, что динамика активности сибирской язвы претерпевала заметные изменения, а наиболее неблагополучным оказался период 1930–1949 гг. (382 вспышки). Сравнительно невысокое число активных СНП и вспышек до 1930-х гг. может указывать на отсутствие полных, официально задокументированных данных о реальных масштабах сибиреязвенных проявлений. Вводимая в СССР в 1950-х гг. плановая вакцинация восприимчивых СХЖ и становление государственного санитарного-эпидемиологического и ветеринарного надзора обеспечили достоверное снижение общего количества вспышек, а дальнейшее усовершенствование деятельности надзорных служб с ежегодной вакцинацией СХЖ привели к снижению заболеваемости данной инфекцией до спорадического уровня и прекращению ее регистрации после 1984 г. В связи с этим, все 372 СНП Свердловской области – это старые и неманифестные пункты [3].

Изучение особенностей активности сибирской язвы за весь период ее регистрации в Свердловской

Таблица. Результаты многофакторного ранжирования Свердловской области по степени риска осложнения ситуации по сибирской язве
Table. Results of multiple factor ranking of the Sverdlovsk Region by anthrax risk

№	Административно-территориальные единицы / Administrative units	Количество СНП / Number of SHA		Число лет активности СНП / Number of SHA activity years		Количество активных СНП за последние 10 лет / Number of active SHA in the last 10 years		Число лет активности СНП за последние 10 лет / Number of SHA activity years in the last 10 years		Кратность СНП / Multiplicity of SHA activity		Плотность СНП (на 1000 км²) / Density of SHA (per 1,000 km²)		Удельный вес СНП / Specific gravity of SHA		Индекс эпизоотичности / Epizootic index		ΣR_{1-8} $(k_n = 2,75)$ $/ \Sigma R_{1-8, \text{ср.}}$ $(k_n = 2,75)$	Группа риска / Risk group	
		n	R ₁	n	R ₂	n	R ₃	n	R ₄	n	R ₅	n	R ₆	n	R ₇	n	R ₈			
1	г.о.з. Алапаевск / Alapaevsk	2	34,5	2	31,5	0	30	0	30	2	30	1,848	38	0,2	45,5	0,005	38	277,5	100,9	3
2	г.о.з. Асбест / Asbest	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
3	г.о.з. Березовский / Berезovsky	3	39	1	26,5	0	30	0	30	3	34,5	2,664	44	0,176	43	0,002	33	280	101,8	3
4	г.о.з. Верхняя Пышма / Verkhnyaya Pyshma	3	39	3	35,5	0	30	0	30	3	34,5	2,641	43	0,107	35	0,004	37	284	103,3	3
5	г.о.з. Екатеринбург / Yekaterinburg	3	39	8	51,5	0	30	0	30	15	46	2,616	42	0,158	40,5	0,015	45	324	117,8	3
6	г.о.з. Заречный / Zarechny	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
7	г.о.з. Ивдель / Ivdel	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
8	г.о.з. Ирбит / Irbt	1	28	4	40	0	30	0	30	4	39	15,625	57	1	58,5	0,048	53,5	336	122,2	3
9	г.о.з. Каменск-Уральский / Kamensk-Uralsky	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
10	г.о.з. Камышлов / Kamyshev	1	28	4	40	0	30	0	30	7	41	19,231	59	1	58,5	0,048	53,5	340	123,6	3
11	г.о.з. Карпинск / Karpinsk	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,167	25	0,111	37	0,001	30,5	233	84,73	2
12	г.о.з. Качканар / Kachkanar	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
13	г.о.з. Кировград / Kirovgrad	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
14	г.о.з. Красноуральск / Krasnoualsk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
15	г.о.з. Красноуральск / Krasnoturinsk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
16	г.о.з. Красноуфимск / Krasnoufimsk	1	28	3	35,5	0	30	0	30	3	34,5	7,874	53	0,2	45,5	0,007	39	295,5	107,5	3
17	г.о.з. Кушва / Kushva	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
18	г.о.з. Нижний Тагил / Nizhny Tagil	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,244	27	0,045	29	0,0005	25,5	222	80,73	2
19	г.о.з. Нижняя Салда / Nizhnyaya Sald	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
20	г.о.з. Нижняя Тура / Nizhnyaya Tura	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
21	г.о.з. Первоуральск / Pervouralsk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
22	г.о.з. Полевской / Polevskoy	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,645	32	0,077	34	0,0009	27,5	234	85,09	2
23	г.о.з. Ревда / Revda	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
24	г.о.з. Североуральск / Severouralsk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1

Продолжение таблицы / Table continued

№	Административно-территориальные единицы / Administrative units	Количество СНП / Number of SHA		Число лет активности СНП / Number of SHA activity years		Количество активных СНП за последние 10 лет / Number of active SHA in the last 10 years		Число лет активности СНП за последние 10 лет / Number of SHA activity years in the last 10 years		Кратность СНП / Multiplicity of SHA activity		Плотность СНП (на 1000 км ²) / Density of SHA (per 1,000 km ²)		Удельный вес СНП / Specific gravity of SHA		Индекс эпизоотичности / Epizootic index		ΣR_{i-g} $(k_n = 2,75)$ / $\Sigma R_{i-g}^{кор}$ $(k_n = 2,75)$	Группа риска / Risk group	
		n	R _i	n	R ₂	n	R ₃	n	R ₄	n	R ₅	n	R ₆	n	R ₇	n	R ₈			
25	г.о.з. Серов / Serov	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,149	24	0,027	24	0,0003	24	212,5	77,27	2
26	ЗАТО Лесной / Lesnoy	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
27	ЗАТО Нововуральск / Novouralsk	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
28	ЗАТО Свободный / Svobodny	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
29	ЗАТО Уральский / Uralsky	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
30	Алапаевский район / Alapaevsky district	25	53,5	12	55,5	0	30	0	30	70	58	2,491	40	0,221	47	0,032	49	363	132	3
31	Артемовский район / Artemovsky district	10	45,5	4	40	0	30	0	30	11	43,5	4,993	51	0,323	50	0,014	44	334	121,5	3
32	Артинский район / Artinsky district	4	42	4	40	0	30	0	30	4	39	1,439	37	0,068	32	0,003	35	285	103,6	3
33	Ачитский район / Achitsky district	2	34,5	2	31,5	0	30	0	30	3	34,5	0,963	34	0,038	26	0,0009	27,5	248	90,18	2
34	Байкаловский район / Baykalovsky district	11	47,5	6	45,5	0	30	0	30	16	47	4,797	50	0,164	42	0,012	43	335	121,8	3
35	Белоярский район / Beloyarsky district	3	39	4	40	0	30	0	30	4	39	0,612	30,5	0,065	31	0,003	35	274,5	99,82	2
36	Богдановичский район / Bogdanovichsky district	6	44	6	45,5	0	30	0	30	12	45	4,005	47	0,154	38,5	0,011	42	322	117,1	3
37	Верхнесалдинский район / Verkhnesaldinsky district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	132	48	1
38	Верхотурский район / Verkhotursky district	2	34,5	2	31,5	0	30	0	30	2	30	0,406	28	0,045	29	0,001	30,5	243,5	88,55	2
39	Гаринский район / Garinsky district	11	47,5	6	45,5	0	30	0	30	18	48	0,656	33	0,275	48	0,020	46	328	119,3	3
40	Ирбитский район / Irbitsky district	29	56	16	59	0	30	0	30	45	56	6,141	52	0,282	49	0,054	55	387	140,7	3
41	Каменский район / Kamensky district	10	45,5	5	43	0	30	0	30	11	43,5	4,660	49	0,154	38,5	0,009	41	320,5	116,5	3
42	Камышловский район / Kamyshevsky district	26	55	7	49	0	30	0	30	36	54	11,728	55	0,481	53	0,040	50	376	136,7	3
43	Красноуфимский район / Krasnoufimsky district	12	49	12	55,5	0	30	0	30	24	50,5	3,517	46	0,179	44	0,026	47	352	128	3
44	Невьянский район / Nelyaysky district	1	28	3	35,5	0	30	0	30	3	34,5	0,498	29	0,028	25	0,001	30,5	242,5	88,18	2
45	Нижнесергинский район / Nizhneserginsky district	5	43	6	45,5	0	30	0	30	9	42	1,002	35	0,109	36	0,008	40	301,5	109,6	3

Продолжение таблицы / Table continued

№	Административно-территориальные единицы / Administrative units	Количество СНП / Number of SHA		Число лет активности СНП / Number of SHA activity years		Количество активных СНП за последние 10 лет / Number of active SHA in the last 10 years		Число лет активности СНП за последние 10 лет / Number of SHA activity years in the last 10 years		Кратность СНП / Multiplicity of SHA activity		Плотность СНП (на 1000 км²) / Density of SHA (per 1,000 km²)		Удельный вес СНП / Specific gravity of SHA		Индекс эпизоотичности / Epizootic index		ΣR_{i-g} ($K_n = 2,75$) $\Sigma R_{i-g} / K_n$ ($K_n = 2,75$)	Группа риска / Risk group
		n	R_1	n	R_2	n	R_3	n	R_4	n	R_5	n	R_6	n	R_7	n	R_8		
46	Новолялинский район / Novolyalinsky district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	48	1
47	Пригородный район / Prigodny district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	48	1
48	Пышминский район / Pysiminsky district	2	34,5	2	31,5	0	30	0	30	2	30	1,053	36	0,045	29	0,001	30,5	251,5	2
49	Режевской район / Rezhovsky district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	48	1
50	Серовский район / Serovsky district	1	28	1	26,5	0	30	0	30	1	26	0,209	26	0,042	27	0,0005	25,5	219	2
51	Свободо-Туринский район / Slobodo-Turinsky district	43	59	14	57	0	30	0	30	74	59	15,873	58	0,935	57	0,156	59	409	3
52	Суходолский район / Sukholozhsky district	0	12	0	12	0	30	0	30	0	12	0	12	0	12	0	12	48	1
53	Сысертский район / Sysertsy district	18	52	8	51,5	0	30	0	30	22	49	8,863	54	0,439	52	0,042	51	369,5	3
54	Таборинский район / Taborinsky district	25	53,5	7	49	0	30	0	30	31	53	2,199	39	0,781	55	0,065	57	366,5	3
55	Тавдинский район / Tavdinsky district	17	51	10	53,5	0	30	0	30	24	50,5	2,600	41	0,395	51	0,047	52	359	3
56	Талицкий район / Talitsky district	15	50	15	58	0	30	0	30	25	52	3,364	45	0,158	40,5	0,028	48	353,5	3
57	Тугулымский район / Tugulymsky district	42	58	7	49	0	30	0	30	65	57	12,601	56	0,808	56	0,067	58	394	3
58	Туринский район / Turinsky district	31	57	10	53,5	0	30	0	30	39	55	4,126	48	0,492	54	0,059	56	383,5	3
59	Шалинский район / Shalinsky district	3	39	3	35,5	0	30	0	30	3	34,5	0,612	30,5	0,071	33	0,003	35	267,5	2
Итого / Total		372	1770	—	1770	—	1770	—	1770	595	1770	—	1770	—	1770	—	1770	—	—

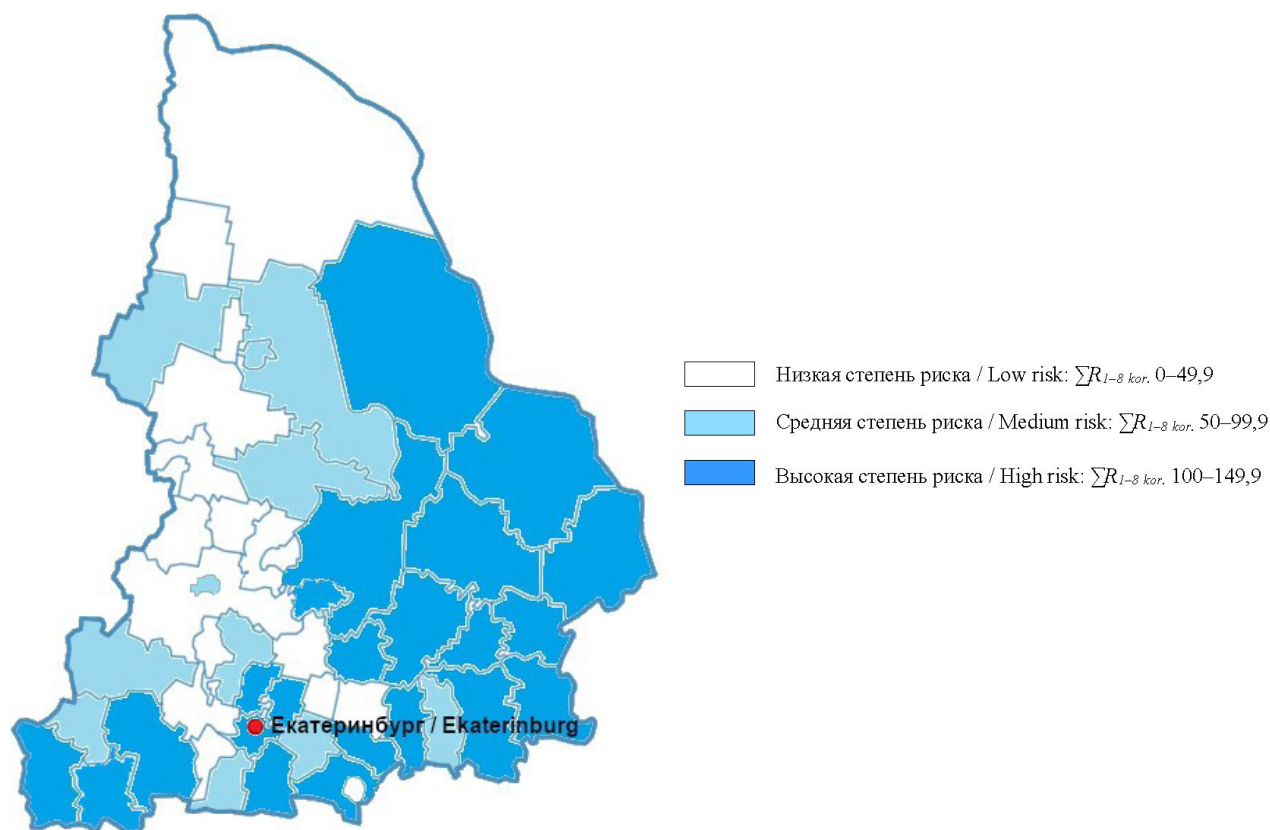


Рис. 2. Распределение административных территорий Свердловской области на группы по степени потенциального риска осложнения ситуации по сибирской язве

Fig. 2. Distribution of administrative territories of the Sverdlovsk Region by anthrax risk

области в сочетании с многофакторным ранжированием АТЕ субъекта по степени риска осложнения ситуации в отношении сибирской язвы проведены впервые. Ранжирование с учетом $\sum R_{1-8 \text{ кор.}}$ позволило скорректировать имеющуюся методику многофакторного анализа и выделить в Свердловской области три группы АТЕ с низкой (23 АТЕ), средней (11) и высокой (25) степенью риска. В Ирбитском, Камышловском, Туринском, Слободо-Туринском, Тугулымском районах, где актуализировано не менее 45 % всех СНП с максимальным суммарным рейтингом ($\sum R_{1-8 \text{ кор.}} \geq 136,7$), выявлены более высокие риски осложнения ситуации. При относительном благополучии региона по инфекции с отсутствием вспышек за последние 40 лет потенциальные риски осложнения ситуации определены для обширных территорий, относящихся к группам среднего и высокого риска и составляющих до 60 % всех АТЕ области (преимущественно в южных и восточных частях региона). Значительные проявления сибиреязвенного неблагополучия в прошлом и наибольшие риски осложнения ситуации в настоящее время установлены в 5 районах третьей группы, отличающихся максимальными абсолютными и ранговыми величинами количества, кратности активности СНП и связанными с ними расчетными показателями. Однако и в АТЕ среднего риска также возможна активизация болезни, что связано, со «вскрытием» почвенных очагов сибирской язвы в результате воздействия антропогенных

(неполный охват вакцинацией СХЖ и др.) и природных (климатические изменения и др.) факторов. Результаты закономерностей расположения СНП в целом показали приуроченность локализации АТЕ, входящих в группу высокого риска, к территориям с преобладанием типов почв, благоприятных для поддержания жизненного цикла *B. anthracis*.

Введение в разработанную методику ранжирования поправочных (выравнивающих) коэффициентов к $\sum R_{1-8}$ на примере Свердловской области позволило усовершенствовать, унифицировать данную методику с возможностью межсубъектного сравнения и анализа рисков по инфекции.

Закключение. Проведенный ретроспективный анализ ситуации по сибирской язве в Свердловской области показал, что в настоящее время в данном субъекте наблюдается относительное благополучие по инфекции, свидетельствующее о действенной системе надзора и профилактики сибирской язвы, реализующейся в регионе, на фоне наличия факторов риска ее осложнения.

Использование среды ГИС позволяет изучить особенности активности СНП, связь их размещения и экологической приуроченности в пределах районов (городских округов) с условиями среды (климатическими, почвенно-ландшафтными и др.), а также характер расположения АТЕ разных групп риска с природными факторами. Данные факторы могут рассматриваться в качестве дополнительных критериев, определяющих способность *B. anthracis*

к длительной жизнеспособности в почве, для более полной оценки рисков.

Реализация результатов многофакторного ранжирования в сочетании с ГИС обеспечат повышение эффективности эпидемиологического надзора за сибирской язвой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рязанова А.Г., Скударева О.Н., Герасименко Д.К. и др. Анализ эпизоотолого-эпидемиологической обстановки по сибирской язве в 2023 году в мире, прогноз на 2024 год в Российской Федерации // Проблемы особо опасных инфекций. 2024. № 3. С. 35–41. doi: 10.21055/0370-1069-2024-3-35-41
2. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Демина Ю.В. и др. Пути совершенствования эпидемиологического надзора и контроля за сибирской язвой в Российской Федерации // Проблемы особо опасных инфекций. 2017. № 1. С. 84–88. doi: 10.21055/0370-1069-2017-1-84-88
3. Маринин Л.И., Дятлов И.А., Шишкова Н.А., Фирстова В.В. Сибирская язва вчера и сегодня. М.: Династия, 2021. 648 с.
4. Родионов А.П., Артемьева Е.А., Мельникова Л.А., Косарев М.А., Иванова С.В. Особенности природной очаговости сибирской язвы и экологии *Bacillus anthracis* // Ветеринария сегодня. 2021. № 2. С. 151–158. doi: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-151-158
5. Дугаржапова З.Ф., Чеснокова М.В., Иванова Т.А. и др. Совершенствование методических подходов к обследованию сибиреязвенных захоронений и скотомогильников // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 4. С. 41–47. doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-41-47
6. Игловский С.А., Крячюнас В.В. Сибиреязвенные захоронения – потенциальная угроза при изменении криолитозоны Европейского севера России // Анализ риска здоровью. 2021. № 1. С. 108–114. doi: 10.21668/health.risk/2021.1.11
7. Джупина С.И. Особенности эпизоотической вспышки сибирской язвы в Свердловской области в 1979 году // Ветеринарная патология. 2004. № 3. С. 66–72.
8. Маринин Л.И., Онищенко Г.Г., Кравченко Т.Б. и др. Сибирская язва человека: эпидемиология, профилактика, диагностика, лечение. М.: ГИГИЕНА, 2008. 416 с.
9. Meselson M, Guillemin J, Hugh-Jones M, et al. The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science*. 1994;266(5188):1202–1208. doi: 10.1126/science.7973702
10. Sahl JW, Pearson T, Okinaka R, et al. A *Bacillus anthracis* genome sequence from the Sverdlovsk 1979 autopsy specimens. *mBio*. 2016;7(5):e01501–e01516. doi: 10.1128/mBio.01501-16
11. Balmer B. Intelligence, ignorance, and diplomacy in the Cold War: The UK reaction to the Sverdlovsk anthrax outbreak. *JHoK*. 2021;2(1):9. doi: 10.5334/jhk.44
12. Ashiq HT, Khan B, Anjum A, et al. *Bacillus anthracis*: A bioterrorism agent. In: Abbas RZ, Saeed NM, Younus M, Aguilar-Marcelino L, Khan A, eds. *One Health Triad*. Faisalabad, Pakistan: Unique Scientific Publishers; 2023;2:34–40. doi: 10.47278/book.oh/2023.38
13. Zhang P, MacIntyre CR, Chen X, Chughtai AA. Application of the modified Grunow-Finke risk assessment tool to the Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Mil Med*. 2024;usae289. doi: 10.1093/milmed/usae289
14. Sheneni VD, Akomolafe AP. Anthrax: A global health concern. *Int J Curr Res Chem Pharm Sci*. 2023;10(7):14–31. doi: 10.22192/ijcrps.2023.10.07.003
15. Раичич С.Р., Сабурова С.А., Шабейкин А.А., Симонова Е.Г. Оценка ситуации по сибирской язве на основе ранжирования территорий по степени риска // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 4. С. 125–132. doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-125-132
16. Чеканова Т.А., Локтионова М.Н., Петремгвдлшвили К., Ладный В.И., Акимкин В.Г. Вклад Центрального научно-исследовательского института эпидемиологии в совершенствование системы эпизоотолого-эпидемиологического надзора за сибирской язвой в Российской Федерации // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2023. Т. 13, № 2. С. 9–13. doi: 10.18565/epidem.2023.13.2.9-13
17. Шабейкин А.А., Чеканова Т.А., Белименко В.В., Лопунов С.В. Анализ факторов, предопределяющих современные особенности проявления эпизоотического процесса сибирской язвы на территории Российской Федерации // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 112. С. 283–291. doi: 10.21515/1999-1703-112-283-291
18. Дугаржапова З.Ф., Ивачева М.А., Чеснокова М.В. и др. Сибирская язва в Приморском крае (1919–2020 гг.). Сообщение 2. Эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация и районирование административных территорий // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 4. С. 67–78. doi: 10.21055/0370-1069-2021-4-67-78
19. Логвин Ф.В., Куличенко А.Н., Буравцева Н.П. и др. Разработка методики ранжирования административных территорий субъектов Российской Федерации по степени риска осложнения эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве на основе многофакторного анализа // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2022. № 4. С. 26–33. doi: 10.18565/epidem.2022.12.4.26-33
20. Симонова Е.Г., Шабейкин А.А., Раичич С.Р. и др. Применение геоинформационных технологий для оценки эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по сибирской язве // Анализ риска здоровью. 2019. № 3. С. 74–82. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.09
21. Каурова З.Г., Мкртчян Л.А., Мкртчян М.Э. и др. Применение в эпизоотологическом картографировании экологической информации // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2022. № 3. С. 141–149. doi: 10.31588/2413-4201-1883-3-251-141
22. Сарсков С.А., Выюшков М.В., Полянина А.В., Славин С.Л., Зайцева Н.Н. Геоинформационный программный комплекс «Эпидемиологический атлас России» по актуальным инфекционным заболеваниям // Современные технологии в медицине. 2023. Т. 15. № 6. С. 22–30. doi: 10.17691/stm2023.15.6.03
23. Буравцева Н.П., Мезенцев В.М., Рязанова А.Г. и др. Использование геоинформационных систем для создания электронной базы данных сибиреязвенных захоронений на территории Ставропольского края // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. Т. 4. № 4. С. 31–36. doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-31-36
24. Carlson CJ, Kracalik IT, Ross N, et al. The global distribution of *Bacillus anthracis* and associated anthrax risk to humans, livestock and wildlife. *Nat Microbiol*. 2019;4(8):1337–1343. doi: 10.1038/s41564-019-0435-4
25. Driciru M, Rwego IB, Ndimuligo SA, et al. Environmental determinants influencing anthrax distribution in Queen Elizabeth Protected Area, Western Uganda. *PLoS One*. 2020;15(8):e0237223. doi: 10.1371/journal.pone.0237223

REFERENCES

1. Ryazanova AG, Skudareva ON, Gerasimenko DK, et al. Analysis of the epizootiological and epidemiological situation on anthrax in the world in 2023, the forecast for 2024 in the Russian Federation. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2024;(3):35–41. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2024-3-35-41

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-74-84>
Original Research Article

2. Popova AYu, Ezhlova EB, Demina YuV, *et al.* Ways to improve the epidemiological surveillance and control of anthrax in the Russian Federation. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2017;(1):84-88. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2017-1-84-88
3. Marinin LI, Dyatlov IA, Shishkova NA, Firstova VV. [Anthrax: Yesterday and Today.] Moscow: Dynasty Publ.; 2021. (In Russ.)
4. Rodionov AP, Artemeva EA, Melnikova LA, Kosarev MA, Ivanova SV. Features of anthrax natural foci and *Bacillus anthracis* ecology. *Veterinary Science Today.* 2021;(2(37)): 151-158. doi: 10.29326/2304-196X-2021-2-37-151-158
5. Dugarzhapova ZF, Chesnokova MV, Ivanova TA, Kosilko SA, Balakhonov SV. Improvement of methodical approaches to investigation of anthrax burials and animal burial sites. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2019;(4):41-47. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-41-47
6. Iglovsky SA, Kriauciunas VV. Anthrax cattle burials as a potential threat caused by changes in cryolite zones in the Northern European part of Russia. *Health Risk Analysis.* 2021;(1):108-114. doi: 10.21668/health.risk/2021.1.11.eng
7. Dzhupina SI. [Characteristics of the epizootic outbreak of anthrax in the Sverdlovsk Region in 1979.] *Veterinarnaya Patologiya.* 2004;(3(10)):66-72. (In Russ.)
8. Marinin LI, Onishchenko GG, Kravchenko TB, *et al.* [Anthrax in Humans: Epidemiology, Prevention, Diagnostics, Treatment. Moscow: GIGIENA Publ.; 2008. (In Russ.)
9. Meselson M, Guillemin J, Hugh-Jones M, *et al.* The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science.* 1994;266(5188):1202-1208. doi: 10.1126/science.7973702
10. Sahl JW, Pearson T, Okinaka R, *et al.* A *Bacillus anthracis* genome sequence from the Sverdlovsk 1979 autopsy specimens. *mBio.* 2016;7(5):e01501-e01516. doi: 10.1128/mBio.01501-16
11. Balmer B. Intelligence, ignorance, and diplomacy in the Cold War: The UK reaction to the Sverdlovsk anthrax outbreak. *JHoK.* 2021;2(1):9. doi: 10.5334/jhk.44
12. Ashiq HT, Khan B, Anjum A, *et al.* *Bacillus anthracis*: A bioterrorism agent. In: Abbas RZ, Saeed NM, Younus M, Aguilar-Marcelino L, Khan A, eds. *One Health Triad.* Faisalabad, Pakistan: Unique Scientific Publishers; 2023;2:34-40. doi: 10.47278/book.oh/2023.38
13. Zhang P, MacIntyre CR, Chen X, Chughtai AA. Application of the modified Grunow-Finke risk assessment tool to the Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Mil Med.* 2024;usae289. doi: 10.1093/milmed/usae289
14. Sheneni VD, Akomolafe AP. Anthrax: A global health concern. *Int J Curr Res Chem Pharm Sci.* 2023;10(7):14-31. doi: 10.22192/ijcrps.2023.10.07.003
15. Raichich SR, Saburova SA, Shabeikin AA, Simonova EG. Assessment of the situation on anthrax based on ranking territories by the degree of risk. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;(4):125-132. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-125-132
16. Chekanova TA, Loktionova MN, Petremgvdlishvili K, Ladnyi VI, Akimkin VG. The contribution of the Central Research Institute of Epidemiology to the improvement of the system of epizootological and epidemiological surveillance for anthrax in the Russian Federation. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy.* 2023;13(2):9-13. (In Russ.) doi: 10.18565/epidem.2023.13.2.9-13
17. Shabeikin AA, Chekanova TA, Belimenko VV, Lopunov SV. The factors analysis determining the modern anthrax epizootic process in the Russian Federation. *Trudy Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta.* 2024;(112):283-291. (In Russ.) doi: 10.21515/1999-1703-112-283-291
18. Dugarzhapova ZF, Ivacheva MA, Chesnokova MV, *et al.* Anthrax in Primorsky Territory (1919-2020). Communication 2. Epizootological-epidemiological situation and zoning of administrative territories. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2021;(4):67-78. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2021-4-67-78
19. Logvin FV, Kulichenko AN, Buravtseva NP, *et al.* Development of a procedure for ranking the administrative territories in the constituent entities of the Russian Federation according to the degree of risk for complicating the epizootological and epidemiological situation of anthrax on the basis of multivariate analysis. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy.* 2022;12(4):26-33. (In Russ.) doi: 10.18565/epidem.2022.12.4.26-33
20. Simonova EG, Shabeikin AA, Raichich SR, *et al.* Geo-information technologies for assessing epizootologic and epidemiologic situation with anthrax. *Health Risk Analysis.* 2019;(3):74-82. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.09.eng
21. Kaurova ZG, Mkrtchyan LA, Mkrtchyan ME, *et al.* Application in epizootological mapping of environmental information. *Uchenye Zapiski Kazanskoy Gosudarstvennoy Akademii Veterinarnoy Meditsiny im. N.E. Bauman.* 2022;251(3):141-149. (In Russ.) doi: 10.31588/2413_4_201_1883_3_251_141
22. Sarskov SA, Vyushkov MV, Polyanina AV, Slavin SL, Zaitseva NN. GIS software package "Epidemiological Atlas of Russia" on current infectious diseases. *Sovremennye Tekhnologii v Meditsine.* 2023;15(6):22-30. (In Russ.) doi: 10.17691/stm2023.15.6.03
23. Buravtseva NP, Mesentsev VM, Ryazanova AG, *et al.* Use of geographic information systems for creation of electronic database of anthrax burial sites in the Stavropol Territory. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2019;(4):31-36. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-31-36
24. Carlson CJ, Kracalik IT, Ross N, *et al.* The global distribution of *Bacillus anthracis* and associated anthrax risk to humans, livestock and wildlife. *Nat Microbiol.* 2019;4(8):1337-1343. doi: 10.1038/s41564-019-0435-4
25. Driciru M, Rwego IB, Ndimuligo SA, *et al.* Environmental determinants influencing anthrax distribution in Queen Elizabeth Protected Area, Western Uganda. *PLoS One.* 2020;15(8):e0237223. doi: 10.1371/journal.pone.0237223

Сведения об авторах:

✉ **Логвин Федор Васильевич** – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой эпидемиологии ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: atlz3@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4410-1677>.

Герасименко Диана Константиновна – младший научный сотрудник лаборатории сибирской явы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8636-6585>.

Буравцева Нина Пантелеймоновна – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории сибирской явы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0756-5405>.

Рязанова Алла Геннадьевна – к.м.н., заведующий лабораторией сибирской явы – врач-бактериолог ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5196-784X>.

Мезенцев Владимир Матвеевич – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0613-861X>.

Никитина Анна Владимировна – младший научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4544-7860>.

Семенова Ольга Викторовна – к.б.н., научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0274-898X>.

Аксенова Людмила Юрьевна – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7744-3112>.

Головинская Татьяна Михайловна – к.б.н., научный сотрудник лаборатории сибирской язвы ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6475-4512>.

Берестов Илья Викторович – главный специалист-эксперт отдела надзора по коммунальной гигиене Управления Роспотребнадзора по Свердловской области; e-mail: berestov_iv@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8738-0136>.

Перминова Светлана Анатольевна – начальник отдела надзора на транспорте и санитарной охраны территории Управления Роспотребнадзора по Свердловской области; e-mail: perminova_sa@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8838-515X>.

Дорошенко Валерия Александровна – специалист-эксперт отдела надзора на транспорте и санитарной охраны территории Управления Роспотребнадзора по Свердловской области; e-mail: doroshenko_va@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8558-9634>.

Куличенко Александр Николаевич – академик РАН, д.м.н., профессор, директор ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Логвин Ф.В., Куличенко А.Н., Рязанова А.Г., Буравцева Н.П.*; сбор данных: *Берестов И.В., Перминова С.А., Дорошенко В.А.*; анализ и интерпретация результатов: *Рязанова А.Г., Буравцева Н.П., Герасименко Д.К., Мезенцев В.М., Никитина А.В., Семенова О.В.*; литературный обзор: *Аксенова Л.Ю., Головинская Т.М.*; подготовка рукописи: *Логвин Ф.В., Рязанова А.Г., Герасименко Д.К.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

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

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 11.10.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

✉ Fedor V. Logvin, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Head of Epidemiology Department, Rostov State Medical University; e-mail: atlz3@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4410-1677>.

Diana K. Gerasimenko, Junior Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8636-6585>.

Nina P. Buravtseva, Dr. Sci. (Med.), Prof., Chief Researcher, Anthrax laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0756-5405>.

Alla G. Ryazanova, Cand. Sci. (Med.), bacteriologist, Head of Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5196-784X>.

Vladimir M. Mezentssev, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Epidemiology Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0613-861X>.

Anna V. Nikitina, Junior Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4544-7860>.

Olga V. Semenova, Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0274-898X>.

Luidmila Yu. Aksenova, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7744-3112>.

Tatyana M. Golovinskaya, Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6475-4512>.

Ilia V. Berestov, Chief Specialist/Expert, Department of Municipal Hygiene Supervision, Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: berestov_iv@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8738-0136>.

Svetlana A. Perminova, Head of Department of Transport Supervision and Sanitary Protection of Territory, Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: perminova_sa@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8838-515X>.

Valeria A. Doroshenko, Specialist/Expert, Department of Transport Supervision and Sanitary Protection of Territory, Sverdlovsk Regional Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: doroshenko_va@66.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8558-9634>.

Alexandr N. Kulichenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Prof.; Director, Stavropol Research Anti-Plague Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>.

Author contributions: study conception and design: *Logvin F.V., Kulichenko A.N., Ryazanova A.G., Buravtseva N.P.*; data collection: *Berestov I.V., Perminova S.A., Doroshenko V.A.*; analysis and interpretation of results: *Ryazanova A.G., Buravtseva N.P., Gerasimenko D.K., Mezentssev V.M., Nikitina A.V., Semenova O.V.*; bibliography compilation and referencing: *Aksenova L.Yu., Golovinskaya T.M.*; draft manuscript preparation: *Logvin F.V., Ryazanova A.G., Gerasimenko D.K.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

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

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

Received: October 11, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024



Исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на основе каскадной модели

Кириянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Бабина С.В., Ситчихина Л.А.

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

Резюме

Введение. Воздействие факторов среды обитания доказано приводит к возникновению дополнительных случаев заболеваний и смерти экспонированного населения. При отсутствии мероприятий, направленных на улучшение качества среды обитания, уровни воздействующих факторов возрастают, следовательно, вероятно увеличение ассоциированных ответов со стороны здоровья населения. Для описания вклада мероприятий в улучшение здоровья населения используется понятие «предотвращенные» случаи заболеваемости и смертности.

Цель исследования. Расчетное теоретическое исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора.

Материалы и методы. С использованием методов нейросетевого моделирования, факторного анализа, множественной линейной регрессии теоретически представлена ранее разработанная концептуальная схема каскадной модели в тройственной системе связей: «контрольно-надзорная деятельность Роспотребнадзора – показатели качества среды обитания – здоровье населения». В качестве ответов на изменение качества среды обитания рассмотрена заболеваемость и смертность населения, дополнительно – показатель ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ). В качестве влияющих на качество среды обитания рассмотрены конкретные плановые и внеплановые действия Роспотребнадзора, включая назначаемые меры ответственности, в отношении хозяйствующих субъектов – источников загрязнения среды обитания.

Результаты. Отмечается выраженная территориальная дифференциация по предотвращенным случаям заболеваний. Наибольшее число предотвращенных случаев заболеваемости для всего населения (от 4574 до 19 047 на 100 000 населения) наблюдается в регионах: Республика Дагестан, Калининградская область, Саратовская область, г. Севастополь, Мурманская область, Республика Алтай, Белгородская область, Карачаево-Черкесская Республика. Наименьшее число предотвращенных случаев заболеваемости (от 1976 до 2528 на 100 000 населения) за счет КНД в следующих регионах: Свердловская область, Алтайский край, Красноярский край, Тамбовская область, Республика Тыва, Республика Карелия, Рязанская область, Республика Северная Осетия – Алания. Наибольшее число предотвращенных случаев смерти для всего населения (от 55,6 до 101,7 на 100 000 населения) наблюдается в регионах: г. Севастополь, Калининградская область, Республика Дагестан, Саратовская область, Тульская область, Белгородская область, Краснодарский край, Чеченская Республика. Наименьшее число предотвращенных случаев (от 17,8 до 26,6 на 100 000 населения) за счет КНД в регионах: Свердловской, Тюменской, Мурманской, Челябинской областях, Красноярском, Забайкальском, Алтайском краях, Республике Северная Осетия – Алания, Нижегородской области. Наибольшее число предотвращенных потерь показателя ожидаемой продолжительности жизни (от 1,61 до 3,73 года) наблюдается в регионах: Республика Дагестан, Калининградская область, г. Севастополь, Саратовская область, Белгородская область, Брянская область, Липецкая область, Карачаево-Черкесская Республика. Многие из этих регионов отмечаются также в лидерах по предотвращенной заболеваемости и смертности населения. Наименьшие предотвращенные потери ОПЖ наблюдается в регионах Центрального, Уральского и Сибирского федеральных округов. Высокие значения предотвращенных потерь ОПЖ наблюдаются в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах.

Заключение. Таким образом, выполнено расчетное теоретическое исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, потери структурированы и дифференцированно рассмотрены по субъектам Российской Федерации, по возрастным группам населения, причинам заболеваемости и смертности, показателям качества среды обитания. Следующим этапом работы может являться выявление приоритетных видов деятельности и мероприятий контрольно-надзорной деятельности.

Ключевые слова: контрольно-надзорная деятельность, нейросетевое моделирование, регрессионные модели, здоровье населения, ассоциированные и предотвращенные случаи, заболеваемость, смертность, ожидаемая продолжительность жизни.

Для цитирования: Кириянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Бабина С.В., Ситчихина Л.А. Исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на основе каскадной модели // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 85–94. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-85-94

Cascade Model-Based Study of Potential Regional Health Losses Prevented through Rospotrebnadzor Control and Supervisory Activities

Dmitry A. Kiryanov, Marat R. Kamaltdinov, Svetlana V. Babina, Liubov A. Sitchikhina

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

Summary

Introduction: Exposure to adverse environmental factors has been proven to induce additional cases of disease and death in the population. In the absence of effective measures taken to improve environmental quality, the levels of these factors rise, thus causing a potential increase in related human health outcomes. The concept of "prevented" morbidity and mortality cases is used to describe contribution of such measures to improving health of the population.

Objective: Theoretical computational study of prevented regional health losses resulting from control and supervisory activities of the Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor).

Materials and methods: The previously developed cascade model is theoretically presented in the triple system of links between control and supervisory activities of Rospotrebnadzor, environmental quality indicators, and public health

using methods of neural network modeling, factor analysis, and multiple linear regression. Morbidity, mortality, and years of potential life lost were taken as responses to changes in environmental quality. Specific planned and unscheduled activities of Rospotrebnadzor, including liability imposed on business entities polluting the environment were considered as affecting the quality of the latter.

Results: We established pronounced regional differences in prevented morbidity cases. The largest number of prevented cases ranging from 4,574 to 19,047 per 100,000 population was observed in the Republic of Dagestan, Kaliningrad and Saratov Regions, the city of Sevastopol, the Murmansk Region, the Altai Republic, the Belgorod Region, and the Karachay-Cherkess Republic. The smallest number of incident cases prevented through Rospotrebnadzor control and supervisory activities (1,976 to 2,528 per 100,000 population) was noted in the Sverdlovsk, Altai, Krasnoyarsk, and Tambov Regions, Republics of Tyva and Karelia, the Ryazan Region, and the Republic of North Ossetia–Alania. The highest number of prevented deaths in the general population (55.6 to 101.7 per 100,000 population) was observed in the city of Sevastopol, the Kaliningrad Region, the Republic of Dagestan, Saratov, Tula, Belgorod, and Krasnodar Regions, and the Chechen Republic. The lowest number of prevented deaths (17.8 to 26.6 per 100,000 population) was estimated in the Sverdlovsk, Tyumen, Murmansk, Chelyabinsk, Krasnoyarsk, Transbaikal, and Altai Regions, the Republic of North Ossetia–Alania, and the Nizhny Novgorod Region. The largest number of prevented years (1.61 to 3.73) of potential life lost was established in the Republic of Dagestan, the Kaliningrad Region, the city of Sevastopol, Saratov, Belgorod, Bryansk, and Lipetsk Regions, and the Karachay-Cherkess Republic. Many of these regions were also among the leaders in terms of prevented morbidity and mortality. The smallest number of prevented years of life lost was observed in the regions of the Central, Ural, and Siberian Federal Districts, while the highest were noted in the Southern and North Caucasus Federal Districts.

Conclusions: We conducted the theoretical computational study of potential regional health losses prevented by means of control and supervisory activities of Rospotrebnadzor, structured and differentiated the losses by constituents of the Russian Federation, as well as by age groups, causes of morbidity and mortality, and environmental quality indicators.

Keywords: control and supervisory activities, neural network modeling, regression models, population health, associated and prevented cases, morbidity, mortality, life expectancy.

Cite as: Kiryanov DA, Kamaltdinov MR, Babina SV, Sitchikhina LA. Cascade model-based study of potential regional health losses prevented through Rospotrebnadzor control and supervisory activities. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):85–94. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-85-94

Введение. Сохранение здоровья населения является одной из приоритетных задач национальных проектов¹. Установление, параметризация и доказательство связи контрольно-надзорной деятельности службы с показателями состояния здоровья населения требуют применения новых научных методов и инструментов.

С одной стороны, с активным ростом промышленного производства, появлением новых технологических процессов требуется постоянная актуализация средств, направленных на снижение выбросов и загрязнения окружающей среды [1–3]. С другой стороны, необходимо создание новых, эффективных методов профилактики в сфере здоровьесбережения [4]. В атмосферном воздухе крупных промышленных центров содержатся сотни химических веществ, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье населения и требуют постоянного мониторинга [5–7]. Одной из актуальных задач является обеспечение надлежащего качества питьевой воды, в некоторых регионах эта проблема стоит особенно остро из-за износа коммуникаций, устаревших технологий водоподготовки, загрязнения тяжелыми металлами, что негативно влияет на здоровье населения [8–10]. Вторичным источником загрязнения атмосферного воздуха и воды выступает почва, которая аккумулирует химические вещества, в числе приоритетных для исследования – тяжелые металлы: медь, цинк, никель, свинец и кадмий, оказывающие токсическое влияние на здоровье [11, 12]. Негативное воздействие на здоровье населения оказывают также физические факторы (шум, вибрация, радиоактивное и электромагнитное излучение и пр.) [13–15]. При исследовании

здоровья населения важно учитывать комплексность воздействия и оценивать вклады факторов различной природы для последующего применения эффективных управленческих решений [16–20].

Воздействие факторов среды обитания приводит к возникновению новых, дополнительных случаев заболеваний, инвалидности и смерти [21–23]. Дополнительные случаи нарушения здоровья, вызванные загрязнением среды обитания, в литературе еще обозначают как «ассоциированные» с воздействием случаи [24]. Следует отметить, что при отсутствии мероприятий, направленных на улучшение качества среды обитания, уровни воздействующих факторов были бы выше, следовательно, в этом случае вероятно увеличение ассоциированных ответов со стороны здоровья населения. Для описания вклада мероприятий в повышение уровня здоровья населения ранее введено понятие «предотвращенные» случаи заболеваемости и смертности [25]. В силу широкого спектра существующих профилактических мероприятий различного масштаба уровни рамки данного исследования ограничены рассмотрением только предотвращенных потерь здоровья населения в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора.

На предыдущих этапах работы коллективом исследователей, в число которых входят авторы данной статьи, предложено совершенствование концептуальной схемы каскадной модели для оценки и прогнозирования возможных предотвращенных потерь здоровья в тройственной системе «контрольно-надзорная деятельность (КНД) Роспотребнадзора (РПН) – показатели качества среды обитания – здоровье

¹ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации № 474 от 21 июля 2020 года [Электронный ресурс]. Официальные сетевые ресурсы Президента России. 2020. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения: 22.11.2023). [On national goals in the development of the Russian Federation up to 2030: The RF President Order No. 474 issued on July 21, 2020 [web-source]. The RF President's Official web-sources. 2020. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/63728> (date of visit November 22, 2023).

населения» с выходом на оценки потерь ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) [26]. В рамках данной статьи теоретически рассмотрены результаты более детального анализа вероятных предотвращенных потерь здоровью в разрезе субъектов РФ. Кроме того, представлен анализ структуры вкладов по показателям качества среды обитания, улучшенных за счет контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, в возможные предотвращенные потери здоровья.

Цель: расчетное теоретическое исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровью в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора.

Материалы и методы. Использование разработанной ранее концептуальной схемы каскадной модели по расчету случаев заболеваемости и смертности населения, возможных предотвращенных в результате деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, включает в себя следующие основные шаги [26]:

- формирование двух расчетных сценариев, в первом сценарии в качестве входных данных в каскадную модель используются фактические значения показателей КНД, а во втором – нулевые; источник данных по показателям КНД Роспотребнадзора: Форма 1 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора».

- использование факторного анализа для преобразования значений показателей КНД в значения общих факторов для каждого из сценариев;

- расчет долей исследованных проб, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, в каждом сценарии осуществляется с использованием построенных ранее 35 нейросетевых моделей, отражающих связи между общими факторами, характеризующими деятельность Роспотребнадзора, и показателями качества среды обитания; источником данных по качеству среды обитания являются доли проб, не соответствующие гигиеническим нормативам, по данным федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ). Дополнительно построены 11 нейросетевых моделей, отражающих связи между общими факторами, характеризующими деятельность Роспотребнадзора, и показателями безопасности продукции. Данные по % исследованных проб продуктов питания, не соответствующих гигиеническим нормативам, получены с использованием формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 8 «Гигиеническая характеристика продовольственного сырья и пищевых продуктов».

Среди показателей контрольно-надзорной деятельности, доказано влияющих на здоровье: число проведенных плановых и внеплановых контрольно-надзорных мероприятий (КНМ), число выявленных нарушений при проведении КНМ, число вынесенных представлений об устранении причин, число постановлений о назначении административного наказания, число проведенных КНМ

с использованием лабораторных методов, сумма наложенных административных штрафов, число плановых проверок в результате которых выданы предписания по видам деятельности и др.

Расчет долей исследованных проб, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, сниженных за счет КНД Роспотребнадзора, осуществлялась по формуле:

$$\Delta x_i = x_i' - x_i, \quad (1)$$

где Δx_i – доля исследованных проб по i -му показателю, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, сниженная за счет КНД Роспотребнадзора;

x_i, x_i' – оценочное значение доли исследованных проб по i -му показателю, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, рассчитанное с использованием фактических значений показателей КНД на предыдущем этапе, в первом и втором сценарии соответственно.

По рассчитанным значениям показателей качества среды обитания, возможных предотвращенных за счет КНД Роспотребнадзора Δx_i , определяются случаи заболеваемости и смертности, предотвращенные в результате КНД по формуле:

$$\Delta y_{jki}^p = a_{ijk} - x_i, \quad (2)$$

где Δy_{jki}^p – распространенность нарушений здоровья населения (смертность, заболеваемость населения по j -й причине для k -й возрастной группы при воздействии i -го фактора СО), предотвращенная в результате КНД, случаев на 100 000 населения;

a_{ijk} – коэффициенты линейной множественной регрессионной модели, характеризующие влияние i -го показателя качества СО на показатель смертности или заболеваемости населения по j -й причине для k -й возрастной группы.

Расчет изменения показателя ожидаемой продолжительности жизни выполнен на основе методики [26]. Расчетный показатель учитывает предотвращенные потери здоровью не только за счет смертности, но и за счет заболеваемости с учетом тяжести, то есть характеризует риски различных нарушений здоровья. Новизна подхода заключается в применении инновационного метода моделирования с комбинированным использованием линейных регрессионных и нейросетевых моделей. Получены новые коэффициенты нейросетевых моделей и коэффициенты модели факторного преобразования, позволяющие выполнять расчетную оценку возможных потерь здоровья для выявления приоритетов по возрастным группам населения, причинам заболеваемости и смертности, показателям качества среды обитания, субъектам РФ.

Ограничения исследования. В данной теоретической расчетной работе авторы исследуют возможное влияние КНД на показатели здоровья в разных регионах, при этом не учитываются другие факторы (социально-экономические, климато-географические, образа жизни и пр.), которые могут оказывать воздействие на качество среды обитания и/или состояние здоровья населения. Построенные

Наибольшее число ВПС заболеваемости для всего населения (от 4574 до 19 047 на 100 000 населения) наблюдается в регионах: Республика Дагестан, Калининградская область, Саратовская область, г. Севастополь, Мурманская область, Республика Алтай, Белгородская область, Карачаево-Черкесская Республика. Наименьшее число предотвращенных случаев (от 1976 до 2528 на 100 000 населения) за счет КНД в регионах: Свердловская область,

Тамбовский край, Красноярский край, Тамбовская область, Республика Тыва, Республика Карелия, Рязанская область, Республика Северная Осетия – Алания. На рис. 1 приведена графическая иллюстрация результатов оценки относительных (на 100 000 населения) ВПС заболеваний за счет КНД по субъектам РФ в 2022 г. Следует отметить выраженную территориальную дифференциацию; так, наименьшие ВПС наблюдается в регионах Центрального, Уральского и Сибирского федеральных округов. Значения выше средних по ВПС заболеваемости наблюдаются преимущественно в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. Территориальная дифференциация обусловлена различными вкладами факторов в ВПС заболеваний; так, на территориях с высокой результативностью наибольший вклад вносит снижение загрязнения атмосферного воздуха по веществам: гидроксibenзол и его производные (44,9 %), фтористый водород (13,9 %), марганец (11,6 %), ароматические углеводороды (5,4 %). На территориях с наименьшей результативностью на первое место по вкладам выходит снижение загрязнения фтористым водородом – 31,0 %, а вклад гидроксibenзола и его производных в предотвращенные случаи составляет только 19,1 %. В этом случае наблюдается меньшее количество предотвращенной заболеваемости по болезням органов дыхания, которые обуславливают больше половины (53,3 %) от всех предотвращенных случаев в среднем по РФ [26].



88

Наибольшее число ВПС смерти для всего населения (от 55,6 до 101,7 на 100 000 населения) наблюдается в регионах: г. Севастополь, Калининградская область, Республика Дагестан, Саратовская область, Тульская область, Белгородская область, Краснодарский край, Чеченская Республика. Некоторые из этих регионов отмечались также в лидерах по предотвращенной заболеваемости. Наименьшее число предотвращенных случаев (от 17,8 до 26,6 на 100 000 населения) за счет КНД в регионах: Свердловская область, Челябинская область, Красноярский край, Забайкальский край, Алтайский край, Тюменская область, Мурманская область, Республика Северная Осетия – Алания, Нижегородская область. Коэффициент корреляции относительной возможной предотвращенной смертности населения старше трудоспособного возраста и всего населения составил 0,9, что частично объясняется тем, что эта возрастная группа вносит наибольший вклад в предотвращенные потери от общей смертности (61,9 %).

На рис. 2 приведена графическая иллюстрация результатов оценки относительных (на 100 000 населения) ВПС смерти за счет КНД по субъектам РФ в 2022 г. Наименьшие ВПС смерти наблюдаются в регионах Уральского и Сибирского федеральных округов. Значения выше средних результативности по ВПС наблюдаются в Северо-Кавказском и Центральном федеральных округах.

Выполнена оценка вкладов факторов в ВПС заболеваний и смерти в целом по РФ в 2022 г. Наибольший вклад в ВПС заболеваний вносит улучшение качества

атмосферного воздуха – 86,02 % (4 536 783 случаев), вклад улучшения качества питьевой воды, почв селитебных территорий составляет 7,14 % (376 360 случаев) и 4,62 % (243 645 случаев) соответственно. Вклад снижения доли объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих санитарным нормам, по физическим факторам (вибрации и шуму) в предотвращенные случаи заболеваний составляет 2,09 % (110 298 случаев), а вклад повышения безопасности потребительской продукции равен 0,13 % (6849 случаев).

При этом 15 показателей качества среды обитания из 47 покрывают 99,2 % вклада в предотвращенную заболеваемость, из них наибольший вклад вносит снижение загрязнения атмосферного воздуха по веществам: гидроксibenзол и его производные (34,6 %), фтористый водород (21,9 %), марганец (13,6 %), ароматические углеводороды (8,0 %).

Наибольший вклад в ВПС смерти вносит улучшение качества атмосферного воздуха – 85,0 % (33 300 случаев), а вклад улучшения качества питьевой воды, почв селитебных территорий составляет 11,7 % (4569 случаев) и 3,3 % (1307 случаев) соответственно.

Следует отметить, что 13 из 47 показателей качества среды обитания покрывают 99,6 % вклада в предотвращенную смертность, из них наибольший вклад вносит снижение загрязнения атмосферного воздуха по веществам: ароматические углеводороды (41,5 %), бенз(а)пирен (11,6 %), гидроксibenзол и его производные (11,5 %), азота диоксид (11,3 %).

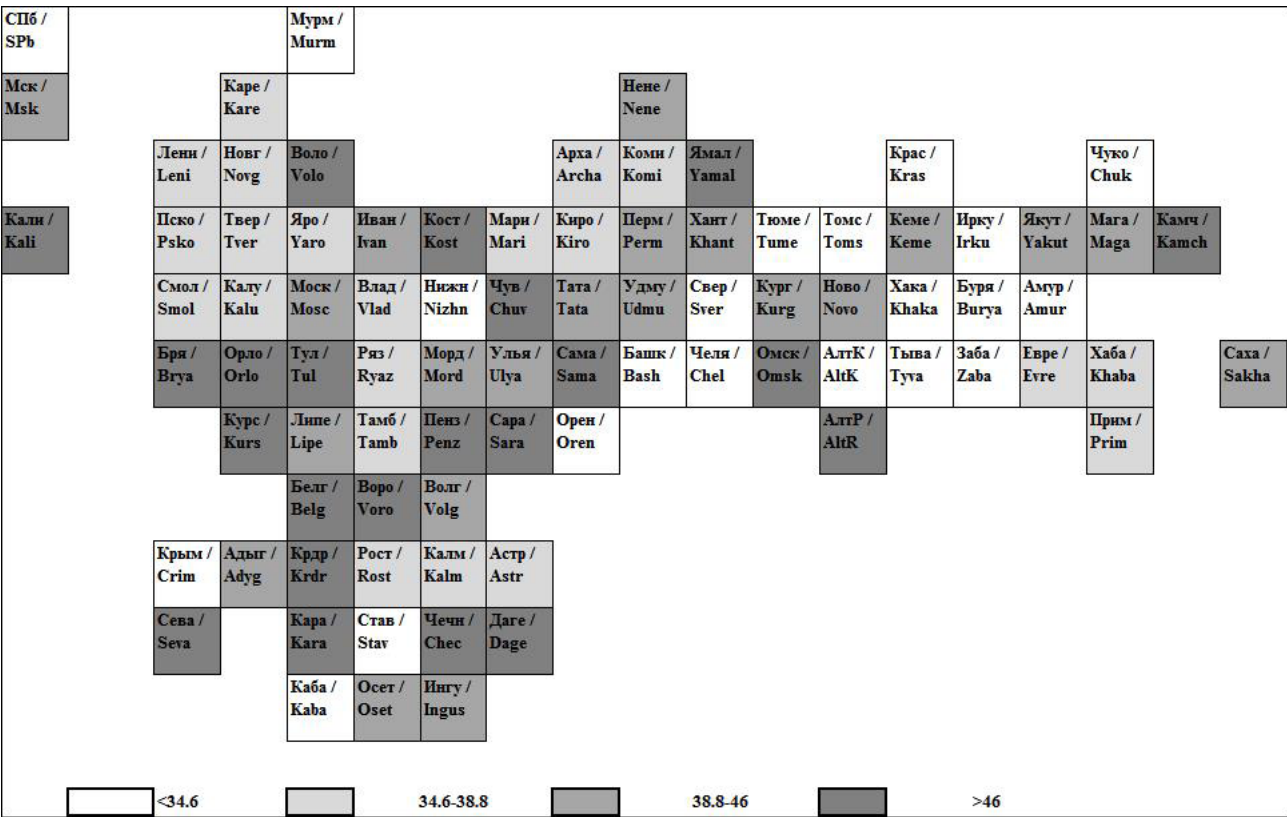


Рис. 2. Результаты оценки относительных (на 100 000 населения) возможных предотвращенных случаев смерти за счет контрольно-надзорной деятельности по субъектам Российской Федерации в 2022 г.

Fig. 2. Results of assessing deaths per 100,000 population prevented through control and supervisory activities in the regions of the Russian Federation in 2022

Наибольшее число возможных предотвращенных потерь показателя ОПЖ (от 1,61 до 3,73 года) наблюдается в регионах: Республика Дагестан, Калининградская область, г. Севастополь, Саратовская область, Белгородская область, Брянская область, Липецкая область, Карачаево-Черкесская Республика. Многие из этих регионов отмечались также в лидерах по предотвращенной заболеваемости. Наименьшее число возможных предотвращенных потерь ОПЖ (от 0,53 до 0,75 года) за счет КНД в регионах: Свердловская область, Алтайский край, Красноярский край, Тамбовская область, Челябинская область, Нижегородская область, Республика Северная Осетия – Алания, Иркутская область, Томская область.

На рис. 3 приведена графическая иллюстрация результатов оценки прироста числа лет показателя ОПЖ по предотвращенным случаям заболеваний и смертей по субъектам РФ в 2022 г. Наименьшие предотвращенные потери ОПЖ наблюдается в регионах Центрального, Уральского и Сибирского федеральных округов. Высокие значения результативности по возможным предотвращенным потерям ОПЖ наблюдаются в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. В качестве итоговой таблицы приведены результаты оценок возможных предотвращенных потерь здоровья в 2022 г. за счет улучшения качества среды обитания, обусловленного КНД, в разрезе федеральных округов (таблица).

Обсуждение. По данным исследований, в которых рассматривались региональные особенности возможных предотвращенных потерь за счет КНД Роспотребнадзора с использованием линейных моделей, отмечено, что число ВПС заболеваний в 2015 г. составило порядка 71 тысячи случаев в Ленинградской области, 83 тысяч случаев в Челябинской и более 160 тысяч – в Республике Башкортостан [24], при этом наибольшие возможные предотвращенные потери наблюдаются по причине болезней органов дыхания у детей и взрослых (от 35 до 50 %). Проведенные на данном этапе численные расчеты с использованием предложенной концептуальной схемы каскадной модели показали, что ВПС заболеваний в этих регионах в 2022 г. составили от 73 до 116 тысяч случаев соответственно, а средний вклад болезней органов дыхания по регионам РФ также преобладает и составляет 53,4 %. Полученные результаты демонстрируют сопоставимость новых оценок по предложенному инновационному подходу с опубликованными ранее значениями. Апробация предложенных подходов показала их применимость для получения адекватных региональных оценок по предотвращенным потерям здоровья населения в результате КНД.

Закключение. Выполнено расчетное исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровью в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в разрезах субъектов РФ, возрастных групп населения, причин

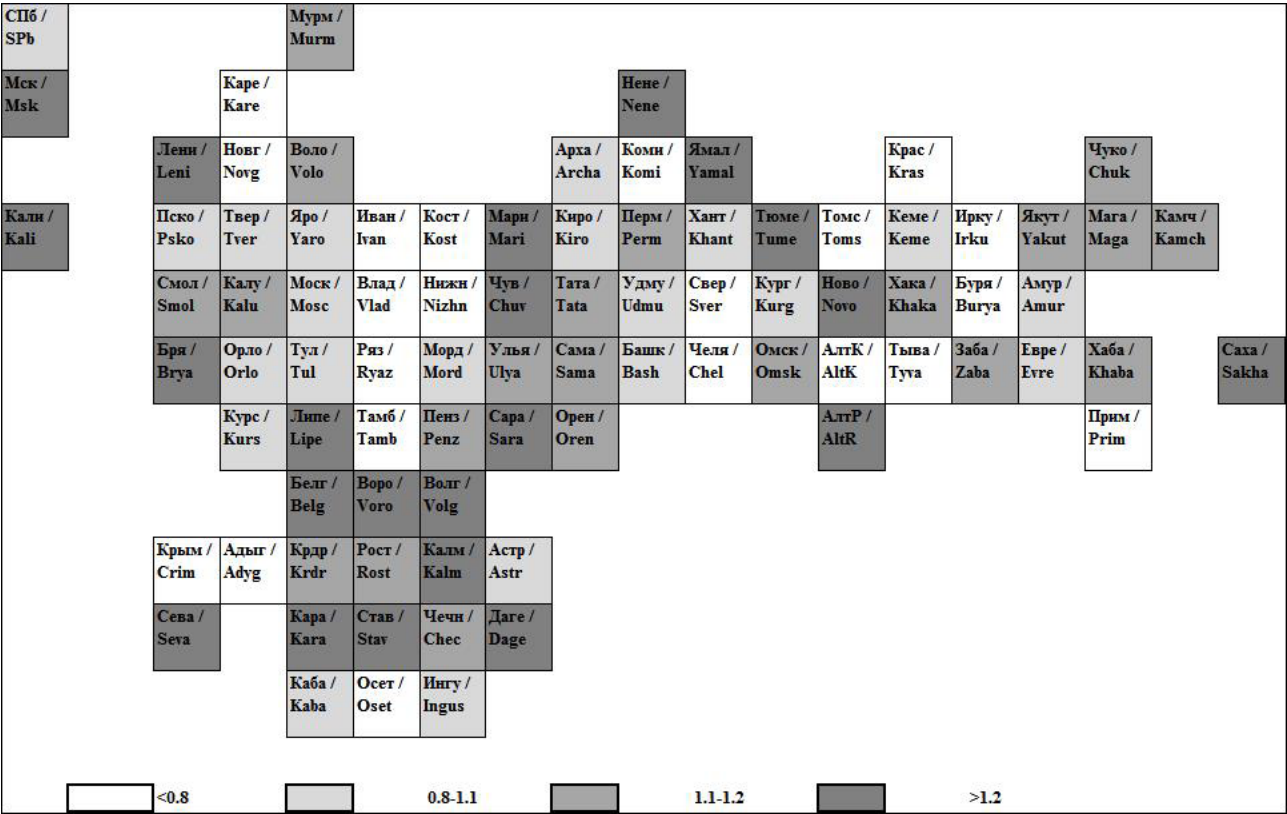


Рис. 3. Результаты оценки прироста числа лет показателя ОПЖ по возможным предотвращенным случаям заболеваний и смертей по субъектам Российской Федерации в 2022 г.

Fig. 3. Results of assessing the increase in years of potential life related to prevented morbidity and mortality in the regions of the Russian Federation in 2022

Таблица. Результаты оценок возможных предотвращенных потерь здоровья в 2022 г. за счет улучшения качества среды обитания, обусловленного контрольно-надзорной деятельностью (медиана значений по субъектам, входящим в федеральные округа)**Table. Results of assessing health losses prevented through improved environmental quality resulting from control and supervisory activities in 2022 (median values for the constituents of the Federal Districts)**

Федеральный округ / Federal District	Предотвращенная заболеваемость, случаев на 100 000 / Prevented morbidity, cases per 100,000	Предотвращенная смертность, случаев на 100 000 / Prevented mortality, deaths per 100,000	Предотвращенные потери ОПЖ, лет / Prevented years of potential life lost
Центральный / Central	2952,03	40,89	0,90
Северо-Западный / Northwestern	3348,80	36,80	0,97
Южный / Southern	3523,37	38,99	1,16
Северо-Кавказский / North Caucasus	3491,63	43,47	1,15
Приволжский / Volga	3173,24	39,76	1,07
Уральский / Ural	2908,49	33,73	0,96
Сибирский / Siberian	2851,67	33,21	0,82
Дальневосточный / Far Eastern	3109,13	38,19	1,07

заболеваемости и смертности, показателей среды обитания. За рамками исследования остается вопрос выявления приоритетных видов деятельности и мероприятий КНД, для решения этой проблемы требуется проведение дополнительных численных экспериментов. Ввиду трудоемкости процедуры расчетов (более 1000 показателей КНД) целесообразно разрабатывать специальное программное обеспечение, что может являться предметом дальнейших исследований. Также перспективным направлением может стать пространственно-временной анализ индикативных показателей результативности и экономической эффективности КНД Роспотребнадзора по критериям сохранения здоровья, анализ структуры потерь показателя ОПЖ на основе показателей заболеваемости и смертности в возрастных группах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шепелев И.И., Жуков Е.И., Пиляева О.В. Утилизация мелкодисперсной пыли при комплексной переработке нефелинового сырья // Экология и промышленность России. 2023. Т. 27. № 2. С. 4–9. doi: 10.18412/1816-0395-2023-2-4-9
2. Шумахер М.Ю., Сорокина А.С., Коновалов В.В., Гилаев Г.Г. Оценка потенциала утилизации углекислого газа на нефтяных месторождениях Самарской области // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2023. Т. 133. № 1. С. 36–41. doi: 10.33285/1999-6934-2023-1(133)-36-41
3. Журавлева М.В., Багаутдинова А.Р., Климентова Г.Ю., Гарфеев Р.Р. Каталитические технологии низкоуглеродного развития нефтегазохимического комплекса // Южно-Сибирский научный вестник. 2023. Т. 47. № 1. С. 67–75. doi: 10.25699/sssb.2023.47.1.002
4. Зайцева Н.В. Гигиена в решении актуальных проблем развития потенциала здоровья и продолжительности жизни населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 10. С. 1138–1144. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1138-1144
5. Nikiforova NV, Zaitseva NV, Kleyn SV. On assessing the morbidity of the population associated with the atmospheric air quality on the example of a Russian constituent entity. *Siberian Journal of Life Sciences*

and Agriculture. 2022;14(4):73–88. doi: 10.12731/2658-6649-2022-14-4-73-88

6. Гриценко Т.Д., Просвирыкова И.А., Соколов С.М., Пшегорода А.Е. Анализ заболеваемости населения, ассоциированной с многокомпонентным загрязнением атмосферного воздуха населенных мест // Здоровье и окружающая среда. 2022. № 32. С. 16–21.
7. Атискова Н.Г., Шур П.З., Романенко К.В., Шляпников Д.М., Шараева А.А. Формирование списков приоритетных для гармонизации гигиенических нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе // Здоровье населения и среда обитания. 2013. Т. 248. № 11. С. 7–9.
8. Ковшов А.А., Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. Оценка рисков нарушений здоровья, связанных с качеством питьевой воды, в городских округах арктической зоны Российской Федерации // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2019. Т. 16. № 2. С. 215–222. doi: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-215-222
9. Алексеев В.Б., Клейн С.В., Вековщина С.А., Андришунас А.М., Глухих М.В. Приоритетные факторы нарушения здоровья населения Российской Федерации, ассоциированные с качеством питьевой воды систем централизованного водоснабжения // Здравоохранение Российской Федерации. 2022. Т. 66. № 5. С. 366–374. doi:10.47470/0044-197X-2022-66-5-366-374
10. Дорохин С.А., Бакутина Ю.Ю., Васильева М.В., Мелихова Е.П., Скребнева А.В. Структура заболеваемости населения ассоциированная с водным фактором // Молодежный инновационный вестник. 2018. Т. 7. № S3. С. 22.
11. Deryabin AN, Unguryanu TN, Buzinov RV. Population health risk caused by exposure to chemicals in soils. *Health Risk Analysis*. 2019;(3):18–25. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.02.eng
12. Максимов А.М., Нестеров Д.А., Финаров Д.П. Загрязнение почв Красногвардейского района Санкт-Петербурга тяжелыми металлами // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2012. Т. 153-2. С. 104–109.
13. Гутор Е.М., Жидкова Е.А., Гуревич К.Г., Зибарев Е.В., Вострикова С.М., Астанин П.А. Некоторые подходы и критерии оценки риска развития профессиональных

- заболеваний // Медицина труда и промышленная экология. 2023. Т. 63. № 2. С. 94–101. doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-2-94-101
14. Яшникова М.В. Оценка неврологического дефицита у больных инсультом, работавших в условиях воздействия вредных производственных факторов // Сибирский научный медицинский журнал. 2018. Т. 38. № 3. С. 86–91. doi: 10.15372/SSMJ201803013
 15. Давыдова Е.А., Бельская Е.Н., Постникова У.С., Тасейко О.В. Оценка рисков возникновения болезней системы кровообращения от шумового воздействия на урбанизированных территориях // Проблемы управления. 2023. № 1. С. 36–44. doi: 10.25728/ru.2023.1.4
 16. Петров С.Б., Сенников И.С., Петров Б.А. Влияние экологических факторов городской среды на заболеваемость населения болезнями системы кровообращения // Фундаментальные исследования. 2015. № 1-5. С. 1025–1028.
 17. Сабирова З.Ф., Бударина О.В., Шипулина З.В. Ранжирование загрязнения атмосферного воздуха, социально-экономических, медицинских факторов в формировании смертности населения (на примере центра нефтехимии и химии) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 10. С. 98–102.
 18. Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С. и др. Опыт практических исследований по сравнительной оценке радиационных и химических рисков здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 12. С. 1425–1431. doi: 10.47470/0016-9900-2019-98-12-1425-1431
 19. Кик П.Ф., Ярыгина М.В., Горборукова Т.В., Бениова С.Н. Влияние социально-гигиенических факторов среды обитания биоклиматических зон Приморского края на здоровье детей и подростков // Экология человека. 2016. № 4. С. 9–13. doi: 10.33396/1728-0869-2016-4-9-13.
 20. Рахманин Ю.А., Зайцева Н.В., Шур П.З. и др. Научно-методические и экономические аспекты решения региональных проблем в области медицины окружающей среды // Гигиена и санитария. 2005. № 6. С. 6.
 21. Мартынова А. А. Территориальное зонирование Мурманской области по основным, эколого-зависимым заболеваниям среди населения Мурманской области // Российская Арктика. 2023. Т. 5. № 3. С. 26–39. doi: 10.24412/2658-4255-2023-3-26-39
 22. Andreeva EE, Onishchenko GG, Kleyn SV. Hygienic assessment of priority risk factors of environment and health condition of the population of Moscow. *Health Risk Analysis*. 2016;(3):23–34. doi: 10.21668/health.risk/2016.3.03
 23. Зайцева Н.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А., Камалудинов М.Р., Цинкер М.Ю. Методические подходы к оценке популяционного риска здоровью на основе эволюционных моделей // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 1 (238). С. 4–6.
 24. Kiryanov DA, Tsinker MYu, Istorik OA, Stepanov EG, Davletnurov NKH, Efremov VM. On assessment of Rospotrebnadzor surveillance and control activities efficiency in regions: assessment criteria being prevented economic losses caused by population morbidity and mortality and associated with negative impacts exerted by environmental factors. *Health risk analysis*. 2017;(3):12–20. doi: 10.21668/health.risk/2017.3.02.eng
 25. Попова А.Ю., Брагина И.В., Зайцева Н.В. и др. О научно-методическом обеспечении оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 1. С. 5–9. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-1-5-9
 26. Кирьянов Д.А., Камалудинов М.Р., Цинкер М.Ю., Чигвинцев В.М., Бабина С.В., Кучуков А.И. Каскадная модель для оценки и прогнозирования предотвращенных потерь здоровью в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 12. С. 27–36. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-27-36

REFERENCES

1. Shepelev II, Zhukov EI, Pilyaeva OV. Disposal of fine dust during complex processing of nepheline raw materials. *Ekologiya i Promyshlennost' Rossii*. 2023;27(2):4–9. (In Russ.) doi: 10.18412/1816-0395-2023-2-4-9
2. Shumakher MYu, Sorokina AS, Kononov VV, Gilaev GG. Evaluation of the potential of carbon dioxide utilization at oil fields of the Samara region. *Oborudovanie i Tekhnologii dlya Neftegazovogo Kompleksa*. 2023;(1(133)):36–41. (In Russ.) doi: 10.33285/1999-6934-2023-1(133)-36-41
3. Zhuravleva MV, Bagautdinova AR, Klimentova GYu, Garafeyev RR. Catalytic technologies for low-carbon development of petroleum and gas chemical complex. *Yuzhno-Sibirskiy Nauchnyy Vestnik*. 2023;(1(47)):67–75. (In Russ.) doi: 10.25699/sssb.2023.47.1.002
4. Zaitseva NV. Hygiene in resolving actual problems of developing the health potential and life expectancy of the population in the Russian Federation. *Gigiena i Sanitariya*. 2022;101(10):1138–1144. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1138-1144
5. Nikiforova NV, Zaitseva NV, Kleyn SV. On assessing the morbidity of the population associated with the atmospheric air quality on the example of a Russian constituent entity. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022;14(4):73–88. doi: 10.12731/2658-6649-2022-14-4-73-88
6. Gritsenko TD, Prosviryakova IA, Sokolov SM, Pshegroda AE. Analysis of population morbidity, associated with multicomponent air pollution in public places. *Zdorov'e i Okruzhayushchaya Sreda*. 2022;(32):16–21. (In Russ.)
7. Atiskova NG, Shur PZ, Romanenko KV, Shlyapnikov DM, Sharaeva AA. Forming a list of priority hygienic standards of ambient air ingredients for harmonization. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2013;(11(248)):7–9. (In Russ.)
8. Kovshov AA, Novikova YuA, Fedorov VN, Tikhonova NA. Diseases risk assessment associated with the quality of drinking water in the urban districts of Russian Arctic. *Vestnik Ural'skoy Meditsinskoy Akademicheskoy Nauki*. 2019;16(2):215–222. (In Russ.) doi: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-215-222
9. Alekseev VB, Kleyn SV, Vekovshinina SA, Andrishunas AM, Glukhikh MV. Associated with the drinking water from centralized drinking water supply systems priority factors for deterioration of health of the population in the Russian Federation. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. 2022;66(5):366–374. (In Russ.) doi: 10.47470/0044-197X-2022-66-5-366-374
10. Dorokhin SA, Bakutina YuYu, Vasilieva MV, Melikhova EP, Skrebneva AV. [Structure of population morbidity associated with the water factor.] *Molodezhnyy Innovatsionnyy Vestnik*. 2018;7(S3):22. (In Russ.)

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-85-94>
Original Research Article

11. Deryabin AN, Unguryanu TN, Buzinov RV. Population health risk caused by exposure to chemicals in soils. *Health Risk Analysis*. 2019;(3):18–25. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.02.eng
12. Maksimova AM, Nesterov DA, Finarov DP. Contamination of soil of Krasnogvardeiskii district of St. Petersburg with heavy metals. *Izvestiya Rossiyskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta im. A.I. Gertsena*. 2012;(153-2):104–109. (In Russ.)
13. Gutor EM, Zhidkova EA, Gurevich KG, et al. Some approaches and criteria for assessing the risk of developing occupational diseases. *Meditcina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2023;63(2):94–101. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-2-94-101
14. Yashnikova MV. Evaluation of neurological deficiency in patients with insult working in the conditions of exposure to harmful production factors. *Sibirskiy Nauchnyy Meditsinskiy Zhurnal*. 2018;38(3):86–91. (In Russ.) doi: 10.15372/SSMJ201803013
15. Davydova EA, Belskaia EN, Postnikova US, Taseiko OV. Assessing the risks of circulatory diseases due to noise exposure in urban areas. *Control Sciences*. 2023;(1):29–35. doi: 10.25728/cs.2023.1.4
16. Petrov SB, Sennikov IS, Petrov BA. Influence of ecological factors of the urban environment on the population morbidity of blood circulatory systems. *Fundamental'nye Issledovaniya*. 2015;(1-5):1025–1028. (In Russ.)
17. Sabirova ZF, Budarina OV, Shipulina ZV. Ranking of air pollution, socio-economic, and medical factors in the formation of mortality (for example, the centre of petrochemistry and chemistry). *Mezhdunarodnyy Zhurnal Prikladnykh i Fundamental'nykh Issledovaniy*. 2019;(10):98–102. (In Russ.)
18. Novikov SM, Shashina TA, Dodina NS, et al. The experience of empirical research on comparative assessment of radiation and chemical health risks due to exposure to environmental factors. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(12):1425–1431. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2019-98-12-1425-1431
19. Kiku PF, Yarygina MC, Gorborukova TC, Beniowa SN. Associations between sociohygienic factors on health of children and adolescents in Primorsky Krai. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2016;(4):9–13. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2016-4-9-13
20. Rakhmanin YuA, Zaitseva NV, Shur PZ, et al. Scientific and economic aspects of the solution of regional problems in environmental medicine *Gigiena i Sanitariya*. 2005;(6):6. (In Russ.)
21. Martynova AA. Territorial zoning of the Murmansk region according to the most important environmental diseases in the population of the Murmansk region. *Rossiyskaya Arktika*. 2023;5(3):26–39. (In Russ.) doi: 10.24412/2658-4255-2023-3-26-39
22. Andreeva EE, Onishchenko GG, Kleyn SV. Hygienic assessment of priority risk factors of environment and health condition of the population of Moscow. *Health Risk Analysis*. 2016;(3):23–34. doi: 10.21668/health.risk/2016.3.03.eng
23. Zaitseva NV, Shur PZ, Kiryanov DA, Kamaltdinov M, Cinker MYu. Methodical approaches for health population risk estimation based evolution models. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2013;(1(238)):4–6. (In Russ.)
24. Kiryanov DA, Tsinker MYu, Istorik OA, Stepanov EG, Davletnurov NK, Efremov VM. On assessment of Rospotrebnadzor surveillance and control activities efficiency in regions: Assessment criteria being prevented economic losses caused by population morbidity and mortality and associated with negative impacts exerted by environmental factors. *Health Risk Analysis*. 2017;(3):12–20. doi: 10.21668/health.risk/2017.3.02.eng
25. Popova AY, Bragina IV, Zaitseva NV, et al. On the scientific and methodological support of the assessment of the performance and effectiveness of the control and supervision activity of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. *Gigiena i Sanitariya*. 2017;96(1):5–9. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-1-5-9
26. Kiryanov DA, Kamaltdinov MR, Tsinker MYu, Chigvintsev VM, Babina SV, Kuchukov AI. Cascade model for assessing and predicting health losses prevented through control and supervisory activities of Rospotrebnadzor. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(12):27–36. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-27-36

Сведения об авторах:

Кириянов Дмитрий Александрович – к.т.н., заведующий отделом математического моделирования систем и процессов; e-mail: kda@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961>.

✉ **Камалтдинов Марат Решидович** – к.ф.-м.н., заведующий лабораторией ситуационного моделирования и экспертно-аналитических методов управления; e-mail: kmr@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0969-9252>.

Бабина Светлана Владимировна – заведующий лабораторией информационно-вычислительных систем и технологий; e-mail: bsv@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9222-6805>.

Ситчихина Любовь Александровна – младший научный сотрудник лаборатории информационно-вычислительных систем и технологий; e-mail: sla@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2565-891X>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Кириянов Д.А., Камалтдинов М.Р., сбор и подготовка данных: Бабина С.В., Ситчихина Л.А., создание расчетных алгоритмов и модулей: Камалтдинов М.Р., Бабина С.В., описание результатов: Кириянов Д.А., Камалтдинов М.Р., подготовка рукописи: Камалтдинов М.Р. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено на заседании комитета по этике ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (Протокол No 2 от 07.02.2023).

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 22.10.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

Dmitry A. **Kiryanov**, Cand. Sci. (Tech.), Head of the Department for Mathematical Modeling of Systems and Processes; e-mail: kda@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961>.

✉ Marat R. **Kamaltidinov**, Cand. Sci. (Phys.&Math.), Head of the Situation Modeling and Expert and Analytical Management Techniques Laboratory; e-mail: kmr@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0969-9252>.

Svetlana V. **Babina**, Head of the Information and Computing Systems and Technologies Laboratory; e-mail: bsv@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9222-6805>.

Liubov A. **Sitchikhina**, Junior Researcher, Information and Computing Systems and Technologies Laboratory; e-mail: sla@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2565-891X>.

Author contributions: study conception and design: *Kiryanov D.A., Kamaltidinov M.R.*; data collection and preparation: *Babina S.V., Sitchikhina L.A.*; creation of calculation algorithms and modules: *Kamaltidinov M.R., Babina S.V.*; description of the results: *Kiryanov D.A., Kamaltidinov M.R.*; draft manuscript preparation: *Kamaltidinov M.R.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study was approved by the Ethics Committee of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (Protocol No. 2 of February 7, 2023).

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: October 22, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024