

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



ЗНiСО

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И СРЕДА ОБИТАНИЯ

Том 29 · 2021

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya ZNiSO

Volume 29 · 2021

№ 8

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Основан в 1993 г.

16+

Учредитель

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
(ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора)

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 Ульрихском международном каталоге периодики (Uirich's Periodicals Directory), входит в коллекцию Национальной медицинской библиотеки (США).

Журнал представлен на платформах агрегаторов «eLIBRARY.RU», «КиберЛенинка», входит в коллекцию реферативно-аналитической базы данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), баз данных: Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, РГБ, Dimensions, LEWS.ORG;

полные тексты научных публикаций журнала индексируются
в поисковой системе Академия Google (Google Scholar).

Москва · 2021

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых комму-
никаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации
средства массовой информа-
ции ПИ № ФС 77-71110 от
22 сентября 2017 г. (печатное
издание)

Учредитель: Федеральное
бюджетное учреждение здра-
воохранения «Федеральный
центр гигиены и эпидемиоло-
гии» Федеральной службы по
надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия
человека

Цель: публикация 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 между-
народном уровне.

Задачи журнала:

- ✦ Освещать новые научные
результаты, имеющие суще-
ственное значение в области
обеспечения санитарно-эпиде-
миологического благополучия
человека.
- ✦ Обеспечивать обмен опытом
отечественных и зарубежных
авторитетных ученых, работаю-
щих в предметных областях
общественного здоровья и
профилактической медицины.
- ✦ Создавать среду открытости
и доступности для широкого
освещения результатов научных
работ аспирантов, соискателей,
претендующих на защиту
диссертаций и получение
ученых степеней.

Для публикации в журнале:

статьи в электронном виде должны
быть отправлены через личный
кабинет автора на сайте [https://
zniso.fcgi.ru/](https://zniso.fcgi.ru/)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А.Ю. Попова

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

Заместитель главного редактора В.Ю. Ананьев

К.м.н.; Главный врач ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора; доцент кафедры организации санитарно-эпидемиологической службы ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора Г.М. Трухина

Д.м.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; заведующий отделом 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 ФЦГиЭ 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.; доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения, декан медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, 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)

П.Ф. Кику д.м.н., к.т.н., проф.; директор департамента общественного здоровья и профилактической медицины, Школа биомедицины ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» Минобрнауки России (г. Владивосток, Российская Федерация)

О.Ю. Милушкина д.м.н., доц.; проректор по учебной работе 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 и вирусологии с курсом иммунологии ФГБОУ ВО Омского 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

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

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)

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

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

Е.Л. Борщук д.м.н., проф.; 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 ФГБНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита) (г. Москва, Российская Федерация)

С.Н. Киселев д.м.н., проф.; декан лечебного факультета, профессор кафедры общественного здоровья и организации здравоохранения ФГАОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Хабаровск, Российская Федерация)

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

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

Э.И. Коренберг д.б.н., проф., акад. РАЕН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; 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.; 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 ФЦГиЭ Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)
- В.В. Кутырев д.м.н., проф., acad. 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., проф.; проректор по медико-профилактическому направлению ФГБОУ ВО «Северо-западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Н.В. Полунина д.м.н., проф., acad. 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.; главный научный сотрудник 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., acad. 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 кардиохирургии 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.; 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., чл.-кор. РАН; заместитель директора, заведующий лабораторией сравнительной этологии биокommunikации ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (г. Москва, Российская Федерация)
- В.А. Тутельян д.м.н., проф., acad. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; научный руководитель ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (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 Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН (г. Москва, Российская Федерация)
- Д.А. Шпилев д.социол.н., доц.; профессор кафедры общей социологии и социальной работы 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 лабораторией экологии микроорганизмов с Международным научно-образовательным Центром биологической безопасности Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета, заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН (г. Владивосток, Российская Федерация)
- В.О. Щепин д.м.н., проф., чл.-кор. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; заведующий отделом стратегического анализа в здравоохранении ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко» (г. Москва, Российская Федерация)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

- М.К. Амрин к.м.н., доц.; заведующий кафедрой общей гигиены и экологии Азербайджанского медицинского университета (г. Алматы, Республика Казахстан)
- К. Баждарич доктор психологии; старший научный сотрудник кафедры медицинской информатики медицинского факультета Университета Риеки (г. Риека, Хорватия)
- М.А. оглы Казимов д.м.н., проф.; заведующий кафедрой общей гигиены и экологии Азербайджанского медицинского университета (г. Баку, Азербайджан)
- И. Томассен Cand. real. (аналит. химия), старший советник Национального института гигиены труда (г. Осло, Норвегия); ведущий ученый лаборатории арктического биомониторинга Северного (арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова (САФУ) (г. Архангельск, Российская Федерация)
- А.М. Цацакис доктор философии (органическая химия), доктор наук (биофармакология), профессор, иностранный член Российской академии наук, полноправный член Всемирной академии наук, почетный член Федерации европейских токсикологов и европейских обществ токсикологии (EUROTOX); заведующий кафедрой токсикологии и судебно-медицинской экспертизы Школы медицины Университета Крита и Университетской клиники Ираклиона (г. Ираклион, Греция)
- С.И. Сычик к.м.н., доц.; директор Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Беларусь)
- Ю.О. Удланд доктор философии (мед.), профессор глобального здравоохранения, Норвежский университет естественных и технических наук (г. Тронхейм, Норвегия); Председатель Группы по оценке состояния здоровья человека Программы арктического мониторинга и оценки (АМАП), Университет Тромсё (г. Тромсё, Норвегия)
- Г. Ханн доктор философии (мед.), профессор; президент Медицинского общества им. Р. Коха (г. Берлин, Германия)

Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО
Рецензируемый научно-практический журнал
Том 29 № 8 2021
Основан в 1993 г.

Все права защищены. Перепечатка и любое воспроизведение материалов и иллюстраций в печатном или электронном виде из журнала ЗНиСО допускается только с письменного разрешения учредителя и издателя – ФБУЗ ФЦГиЭ 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:

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

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 на сайте:
<https://www.elibrary.ru>

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

Опубликовано 31.08.2021
Формат издания 60x84/8
Печ. л. 11,0
Периодичность – 12 раз в год
Плановый тираж 1000 экз.
Цена свободная

Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 7–88.
Статьи индексируются с помощью идентификатора цифрового объекта (DOI).
Префикс DOI: 10.35627

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

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 highlight new scientific results that are of significant importance for securing sanitary and epidemiological wellbeing of the population;
- ✦ To ensure experience exchange between domestic and foreign scientists working in the subject areas of public health and preventive medicine;
- ✦ To create an environment of openness and to provide access to research results of postgraduates and applicants defending dissertations to obtain academic degrees.

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

EDITORIAL BOARD

Anna Yu. Popova, Editor-in-Chief

Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation; Head of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Head of the Department for Organization of Sanitary and Epidemiological Service, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

Vasily Yu. Ananyev, Deputy Editor-in-Chief

Cand. Sci. (Med.); Head Doctor of the Federal Center for Hygiene and Epidemiology, Assoc. Prof. of the Department for Organization of Sanitary and Epidemiological Service, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

Galina M. Trukhina, Deputy Editor-in-Chief

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., Department of Public Health and Health Care, Dean of the Faculty of Preventive Medicine, Ural State Medical University; 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

Pavel F. Kiku Dr. Sci. (Med.), Cand. Sci. (Tech.), Professor; Director of the Department of Public Health and Preventive Medicine, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation

Olga Yu. Milushkina Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Vice-Rector for Academic Affairs, 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 and Virology with a Course in 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; Scientific Director of Gabrichevsky Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation

Alexander V. Alekhnovich Dr. Sci. (Med.), Professor; Deputy Head for Research and Scientific Work, Vishnevsky Third Central Military Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

Sergey A. Balakhonov Dr. Sci. (Med.), Professor; Director of Irkutsk Anti-Plague Research Institute, Irkutsk, Russian Federation

Natalia A. Bokareva Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Hygiene, Pediatric Faculty, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Evgeniy L. Borshchuk Dr. Sci. (Med.), Professor; Head of the First Department of Public Health and Health Care, Orenburg State Medical University, Orenburg, Russian Federation

Nikolai I. Briko Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Director of F.F. Erisman Institute of Public Health; Head of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

Vladimir B. Gurvich Dr. Sci. (Med.), Honored Doctor of the Russian Federation; Scientific Director, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, Russian Federation

Tamara K. Dzagurova Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Hemorrhagic Fevers, Chumakov Federal Scientific Center for Research and Development of Immunobiological Preparations (Institut of Polyomielitis), Moscow, Russian Federation

Sergey N. Kiselev Dr. Sci. (Med.), Professor; Dean of the Faculty of Medicine, Professor of the Department of Public Health and Health Care Organization, Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation

Oleg V. Klepikov Dr. Sci. (Biol.), Professor; Professor of the Department of Geocology and Environmental Monitoring Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

Victor T. Komov Dr. Sci. (Biol.), Professor; Deputy Director for Research, I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Borok, Yaroslavl Region, Russian Federation

Eduard I. Korenberg Dr. Sci. (Biol.), Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Head of the Laboratory of Disease Vectors, Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation

Vladimir M. Korzun Dr. Sci. (Biol.); Head of the Zoological and Parasitological Department, Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and the Far East, Irkutsk, Russian Federation

Elena A. Kuzmina	Cand. Sci. (Med.); Deputy Head Doctor, Federal Center for Hygiene and Epidemiology, Moscow, Russian Federation
Vladimir V. Kutyrev	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Director of the Russian Anti-Plague Research Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation
Natalia A. Lebedeva-Neseyeva	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 Preventive Medicine, I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation
Natalia V. Polunina	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Head of Yu.P. Lisitsyn Department of Public Health and Health Care, Pediatric Faculty, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
Lyudmila V. Prokopenko	Dr. Sci. (Med.), Professor; Chief Researcher, Department for the Study of Hygienic Problems in Occupational Health, N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russian Federation
Ivan K. Romanovich	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Director of St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after Professor P.V. Ramzaev, Saint Petersburg, Russian Federation
Vladimir Yu. Semenov	Dr. Sci. (Med.), Professor; Deputy Director for Organizational and Methodological Work, V.I. Burakovskiy Institute of Cardiac Surgery, A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation
Sergey A. Sudyin	Dr. Sci. (Sociol.); Head of the Department of General Sociology and Social Work, Faculty of Social Sciences, National Research Lobachevsky State University, Nizhny Novgorod, Russian Federation
Alexey V. Surov	Dr. Sci. (Biol.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Deputy Director of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Head of the Laboratory for Comparative Ethology of Biocommunication, 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
Valery P. Chashchin	Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation; Chief Researcher, North-West 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, 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 Laboratory of Ecology of Microorganisms with the International Scientific and Educational Center for Biological Safety, School of 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; Head of the Department of Strategic Analysis in Health Care, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, Russian Federation

FOREIGN EDITORIAL COUNCIL

Meiram K. Amrin	Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Head of the Department of General Hygiene and Ecology, Azerbaijan Medical University, Almaty, Republic of Kazakhstan
Ksenia Bazhdarich	PhD, Senior Researcher, Medical Informatics Department, Faculty of Medicine, University of Rijeka, Rijeka, Croatia
Mirza A. Kazimov	Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Health and Environment, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan
Yngvar Thomassen	Candidatus realium (Chem.), Senior Advisor, National Institute of Occupational Health, Oslo, Norway; Leading Scientist, Arctic Biomonitoring Laboratory, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation
Aristidis Michael Tsatsakis	PhD (Org-Chem), DSc (Biol-Pharm), Professor, Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Full Member of the World Academy of Sciences, Honorary Member of EUROTOX; Director of the Department of Toxicology and Forensic Science, School of Medicine, University of Crete and the University Hospital of Heraklion, Heraklion, Greece
Sergey I. Sychik	Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Director of the Republican Scientific and Practical Center for Hygiene, Minsk, Belarus
Jon Øyvind Odland	MD, PhD, Professor of Global Health, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norway; Chair of AMAP Human Health Assessment Group, Tromsø University, Tromsø, Norway
Helmut Hahn	MD, PhD, Professor, President of the R. Koch Medical Society, Berlin, Germany

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya – ZNiSO Public Health and Life Environment – PH&LE

Russian monthly peer-reviewed scientific and practical journal

Volume 29, Issue 8, 2021

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

Address of the editorial office:

19A Varshavskoe Shosse, Moscow, 117105, Russian Federation

FBHI Federal Center for Hygiene and Epidemiology
E-mail: zniso@fcgje.ru

Website: <https://zniso.fcgie.ru/>

Tel.: +7 495 633-1817 Ext. 240

Fax: +7 495 954-0310

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@fcgje.ru.

Published: August 31, 2021

Publication format: 60x84/8

Printed sheets: 11.0

Planned circulation: 1,000 copies

Publication frequency: 12 issues per year

Free price

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.

2021;29(7):7–88.

Articles are assigned digital object identifiers (DOI numbers).

DOI prefix: 10.35627

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ И
СОЦИАЛЬНОЙ ГИГИЕНЫ

Попова А.Ю., Кузьмин С.В., Механтьев И.И. Оценка эффективности реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности питьевого и рекреационного водопользования населения на примере Воронежской области 7

ГИГИЕНА ТРУДА

Егорова А.М., Луценко Л.А., Татынюк Т.К. Гигиенические факторы риска здоровью работников при получении железорудных окатышей 15

Липкина Л.И., Ильницкая А.В., Артемова О.В., Тарасова Л.С., Михеева Е.Н., Масальцев Г.В. Необходимые меры безопасности при работе с пестицидами в сельском хозяйстве 21

КОММУНАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

Синицына О.О., Турбинский В.В., Ряшенцева Т.М., Лаврик Е.П. Гигиенические аспекты использования опресненной морской воды в питьевых и хозяйственно-бытовых целях. Обзор литературы 26

Егорова М.В., Коротков В.В., Родионов А.С., Григорьева Е.В., Гнездилова В.В. Сравнительная оценка качества аэрозольных фильтров для анализа загрязнений атмосферного воздуха 33

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Румянцева Л.А., Ветрова О.В., Истомин А.В. К вопросу о качестве и гигиенической безопасности кисломолочных продуктов (обзорная статья) 39

Федорова Н.Е., Егорова М.В., Родионов А.С. Современные методические подходы к пробоподготовке пищевых продуктов и растительного сырья для элементного анализа 48

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Лаврик Е.П., Кравченко А.Г., Трухина Г.М., Герасимова А.А., Высотин С.А., Высотина А.Т. Влияние противоэпидемических (карантинных) мероприятий в условиях пандемии COVID-19 на снижение и распространение инфекций с аэрогенным механизмом передачи (на примере ветряной оспы) 55

Очкасова Ю.В., Коротков В.В., Савельев С.И., Зубченок Н.В., Шукина И.А., Ярковская И.В., Ходякова И.А., Бондарев В.А. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции на территории Липецкой области в 2020 г. 63

Скупневский С.В., Трухина Г.М., Пухаева Е.Г., Бадтиев А.К., Руруа Ф.К., Батагова Ф.Э., Фарниева Ж.Г. Саногенетический эффект лимонной и янтарной кислот в условиях воздействия инактивированных *M. tuberculosis* на крыс 69

Хорькова Е.В., Лялина Л.В., Микаилова О.М., Ковеленов А.Ю., Останкова Ю.В., Валутите Д.Э., Стасишкис Т.А., Цветков В.В., Новак К.Е., Ришняк О.Ю., Крицкая И.В., Буц Л.В., Тягунов Д.С. Актуальные вопросы эпидемиологического надзора за хроническими вирусными гепатитами В, С, D и гепатоцеллюлярной карциномой на региональном уровне 76

ЮБИЛЕИ И ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

К 70-летию со дня рождения Владислава Ремировича Кучмы 85

Людмила Григорьевна Подунова – заслуженный деятель отечественной профилактической медицины и гигиенической науки к 85-летию юбилею) 86

К 100-летию со дня рождения Аллы Никандровны Ощепковой (1921–1994). 88

CONTENTS

ISSUES OF MANAGEMENT AND
PUBLIC HEALTH

Popova A.Yu., Kuzmin S.V., Mehantyev I.I. Assessment of implementation efficiency of the system approach to ensuring safety of public drinking and recreational water use on the example of the Voronezh Region 7

OCCUPATIONAL HEALTH

Egorova A.M., Lutsenko L.A., Tatyanyuk T.K. Workers' health risk factors in the production of iron ore pellets 15

Lipkina L.I., Il'nitskaya A.V., Artemova O.V., Tarasova L.S., Mikheeva E.N., Masaltsev G.V. Necessary safety measures in the use of pesticides in agriculture 21

COMMUNAL HYGIENE

Sinitsyna O.O., Turbinsky V.V., Ryashentseva T.M., Lavrik E.P. Hygienic aspects of the use of desalinated sea water for drinking and household purposes: A literature review . 26

Egorova M.V., Korotkov V.V., Rodionov A.S., Grigorieva E.V., Gnezdilova V.V. Comparative assessment of the quality of aerosol filters for the analysis of ambient air pollution 33

FOOD HYGIENE

Rumyantseva L.A., Vetrova O.V., Istomin A.V. On issues of quality, hygiene and safety of fermented milk products: A review 39

Fedorova N.E., Egorova M.V., Rodionov A.S. Modern methodological approaches to sample preparation for the determination of trace elements in food products and plant raw materials 48

EPIDEMIOLOGY

Lavrik E.P., Kravchenko A.G., Trukhina G.M., Gerasimova A.A., Vysotin SA, Vysotina AT. Reducing effects of anti-epidemic (quarantine) measures during the COVID-19 pandemic on the incidence and spread of airborne infectious diseases (based on the example of varicella) 55

Ochkasova Yu.V., Korotkov V.V., Saveliyev S.I., Zubchonenok N.V., Shchukina I.A., Yarkovskaya I.V., Khodyakova I.A., Bondarev V.A. Epidemiological features of the novel coronavirus disease in the Lipetsk Region in 2020. 63

Skupnevskiy S.V., Trukhina G.M., Pukhaeva E.G., Badtiev A.K., Rurua F.K., Batagova F.E., Farnieva Z.G. Therapeutic effects of citric and succinic acids in rats exposed to inactivated *M. tuberculosis* 69

Khorkova E.V., Lyalina L.V., Mikailova O.M., Kovelonov A.Yu., Ostanokova Yu.V., Valutite D.E., Stasishkis T.A., Tsvetkov V.V., Novak K.E., Rishnyak O.Yu., Kritskaya I.V., Buts L.V., Tyagunov D.S. Current issues of epidemiological surveillance of chronic viral hepatitis B, C, D and hepatocellular carcinoma at the regional level 76

ANNIVERSARIES AND COMMEMORATIONS

On the occasion of the 70th anniversary of Professor Vladislav R. Kuchma 85

Lyudmila G. Podunova: Honored worker of the Russian preventive medicine and hygienic science (on the occasion of her 85th anniversary) 86

Alla N. Oshchepkova: 100th anniversary of her birth (1921–1994) 88

Оценка эффективности реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности питьевого и рекреационного водопользования населения на примере Воронежской области

А.Ю. Попова¹, С.В. Кузьмин², И.И. Механтьев^{3,4}

¹Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Вадковский пер., д. 18, стр. 5 и 7, г. Москва, 127994, Российская Федерация

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д. 2, Московская обл., г.п. Мытищи, 141014, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Университетская пл., д. 1, г. Воронеж, 394018, Российская Федерация

⁴Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, ул. Космонавтов, д. 21а, г. Воронеж, 394038, Российская Федерация

Резюме

Введение. Реализация мероприятий федерального проекта «Чистая вода» национального проекта «Жилье и городская среда» основывалась на результатах многих гигиенических исследований, проведенных в рамках функционирования межведомственной системы социально-гигиенического мониторинга, внедрении в практику риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического надзора. В этой связи возникла необходимость формирования системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности питьевого и рекреационного водопользования населения и оценке эффективности реализованных решений.

Цель исследования: оценка эффективности реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности питьевого и рекреационного водопользования населения на примере Воронежской области.

Материал и методы: проведены лабораторные исследования качества воды в местах рекреационного водопользования населения; оценено качество питьевой воды; применена методология оценки риска для здоровья населения; выполнена комплексная оценка степени санитарно-эпидемиологического неблагополучия систем хозяйственно-питьевого водоснабжения; проведен анкетный интернет-опрос жителей региона по вопросам качества питьевой воды; использован алгоритм корреляционного анализа для выявления связи показателей заболеваемости населения и качества воды; выполнены экспериментальные исследования по оценке миграции органических соединений из полимерной тары в расфасованную питьевую воду.

Результаты. Проблемы рекреационного водопользования связаны с неудовлетворительным качеством воды водоемов по санитарно-химическим (аммоний-ион, нитраты, фосфаты, ХПК, БПК) и микробиологическим показателям.

Приоритетными показателями качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения определены содержание нитратов, фтора, бора, железа, которое неприемлемо по величинам неканцерогенного риска ($HQ > 1$).

На проблемных территориях степень санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения характеризуется как «крайне высокая». Установлено, что большинство населения (30,7 %) предпочитает использовать для очистки питьевой воды кувшины-фильтры. Выявлены достоверные зависимости уровня заболеваемости населения с качеством питьевой воды и воды водоемов. Получены новые данные по миграции органических соединений из полимерной тары, предназначенной для хранения и реализации питьевой воды, при нарушении условий температурного режима хранения.

Заключение. По результатам выполненных исследований предложен алгоритм реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности рекреационного и питьевого водопользования населения, оценена эффективность реализованных решений.

Ключевые слова: вода водоемов, питьевая вода, риск для здоровья, системный подход.

Для цитирования: Попова А.Ю., Кузьмин С.В., Механтьев И.И. Оценка эффективности реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности питьевого и рекреационного водопользования населения на примере Воронежской области // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 7-14. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-7-14>

Сведения об авторах:

Попова Анна Юрьевна – д-р мед. наук, проф., заслуженный врач РФ, руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; e-mail: depart@ggen.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2567-9032>.

Кузьмин Сергей Владимирович – д-р мед. наук, проф., директор ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: fnscg@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9119-7974>.

✉ **Механтьев Игорь Иванович** – канд. мед. наук, доц., доцент кафедры медицинских дисциплин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», руководитель Управления Роспотребнадзора по Воронежской области; e-mail: kafgigienic@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7160-1749>.

Информация о вкладе авторов: Попова А.Ю. – концептуализация; методология; Кузьмин С.В. – валидация, редактирование материала, курирование данных; Механтьев И.И. – подготовка материала, анализ данных, проверка, визуализация материала, редактирование материала.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликована: 31.08.21

Assessment of Implementation Efficiency of the System Approach to Ensuring Safety of Public Drinking and Recreational Water Use on the Example of the Voronezh Region

Anna Yu. Popova,¹ Sergey V. Kuzmin,² Igor I. Mehantyev^{3,4}

¹Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Bldgs 5 and 7, 18 Vadkovsky Lane, Moscow, 127994, Russian Federation

²F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, 2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

³Voronezh State University, 1 University Square, Voronezh, 394018, Russian Federation

⁴Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Voronezh Region, 21a Kosmonavtov Street, Voronezh, 394038, Russian Federation

Summary

Background. Implementation of the Federal Clean Water Project within the National Housing and Urban Environment Project was based on the results of numerous health studies conducted within the framework of functioning of the interdepartmental system of public health monitoring and introduction of the risk-based approach into sanitary and epidemiological surveillance. In this regard, there was a need to develop a comprehensive approach to securing safety of drinking and recreational water use and assessing efficiency of implemented solutions.

Objective. To assess efficiency of implementation of a system approach to ensuring safety of public drinking and recreational water use on the example of the Voronezh Region.

Materials and methods. The study included laboratory testing of water quality in places of recreational water usage, drinking water quality assessment followed by a health risk assessment, a comprehensive evaluation of the extent of sanitary and epidemiological problems in drinking water supply systems, an online questionnaire-based survey of regional residents on tap water quality, a correlation analysis to establish the relationship between population health and water quality, and experimental studies to assess migration of organic compounds from polymer containers into bottled drinking water.

Results. Challenges of recreational water use are associated with poor quality of surface water in terms of chemical (ammonium ion, nitrates, phosphates, and biochemical oxygen demand) and microbiological water quality parameters.

Priority indices of drinking water quality in centralized water supply systems include the contents of nitrates, fluorine, boron, and iron, which are unacceptable in terms of non-carcinogenic risk ($HQ > 1$). In disadvantaged areas, water quality in centralized drinking water supply systems is considered "extremely poor". The online survey demonstrated that the majority of the population (30.7 %) prefers to use water filter jugs to treat tap water. We observed significant correlations between the quality of tap and surface waters and disease incidence rates in the population.

We also obtained new data on migration of organic compounds from polymer containers intended for drinking water storage and bottling in case of storage temperature excursions.

Conclusion. Our findings served as the basis for the proposed algorithm of implementing a system approach to securing safety of recreational and drinking water use and for evaluating the effectiveness of implemented solutions.

Keywords: surface water, tap water, health risk assessment, comprehensive approach.

For citation: Popova AYu, Kuzmin SV, Mehantsev I. Assessment of implementation efficiency of the system approach to ensuring safety of public drinking and recreational water use on the example of the Voronezh Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):7–14. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-7-14>

Author information:

Anna Yu. **Popova**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Honored Doctor of the Russian Federation, Head of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: depart@gsen.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2567-9032>.

Sergey V. **Kuzmin**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Director of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: fncg@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9119-7974>.

✉ Igor I. **Mehantsev**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Assoc. Prof. of Medical Disciplines, Voronezh State University; Head of the Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: kafgigienic@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7160-1749>.

Author contributions: Popova A.Yu. formulated the concept and study design; Kuzmin S.V. managed and validated data and edited the manuscript; Mehantsev I.I. collected, analyzed, verified, and visualized data and wrote the manuscript; all authors contributed to the discussion and gave final approval of the version to be published.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение. Интенсификация водопользования в конце прошлого и начале настоящего столетий привела к тому, что на планете обостряется проблема, связанная с доступностью к пресноводным ресурсам в достаточном объеме для обеспечения жизнедеятельности человека, технологического прогресса и экономического роста. Пресноводные ресурсы сегодня рассматриваются как стратегически важные для конкретного государства и населения планеты в целом. Несмотря на то что, по данным ЮНЕСКО, европейская и азиатская части России, наряду со странами Западной Европы, относятся к территориям с «незначительной нехваткой пресной воды», по прогнозным оценкам, представленным в Организацию Объединенных Наций в форме доклада «Управление водными ресурсами в условиях неопределенности и риска», к 2070 году дефицит водных ресурсов в Центральной и Южной Европе ощутят на себе более 44 млн человек [1]. Реализация мероприятий федерального проекта «Чистая вода», выполняемого в рамках национального проекта «Жилье и городская среда» в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204¹, позволила решить часть проблем в области обеспечения гигиенической безопасности хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования населения. Необходимо отметить, что при формировании данного проекта и его региональных компонент использованы результаты многих гигиенических

исследований, проведенных в рамках функционирования межведомственной системы социально-гигиенического мониторинга и внедрения в практику риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического надзора, в том числе и в сфере обеспечения гигиенической безопасности питьевого и рекреационного водопользования, что повысило аргументированность управленческих решений, направленных на снижение риска и профилактику заболеваемости населения, обусловленной водным фактором.

В гигиенических исследованиях, проведенных ранее в регионе, выполнена гигиеническая, экологическая и эпидемиологическая оценка роли природных и техногенных факторов, формирующих качество водных ресурсов на территории аграрно развитой Воронежской области [2–6]; усовершенствована система мониторинга для получения объективной информации об уровне негативного влияния техногенных факторов на качество воды подземных водоносных горизонтов, используемых в системах централизованного питьевого водоснабжения населения [7]. Осуществлялась оценка качества воды в местах рекреационного водопользования населения [8–13].

Неоднократно в различные временные периоды проводилась количественная оценка риска для здоровья населения, связанного с воздействием природных и техногенных факторов, определяющих качество воды и санитарно-гигиенические

¹ Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

условия водопользования, позволившая отнести к числу приоритетных региональных показателей качества питьевой воды нитраты, железо, фтор, бор, повышенную жесткость [14–18].

В ряде случаев, учитывая в целом удовлетворительную ситуацию на территории Воронежской области, акцентировалось внимание на существующих очагах микробиологического загрязнения питьевой воды централизованных систем водоснабжения [19]. Изучалось мнение населения региона о качестве водоснабжения [20].

Ряд исследований направлен на определение приоритетных звеньев в формировании санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения населения [21–23], выполнение сопряженного анализа уровня неинфекционной и инфекционной заболеваемости населения, ассоциированной с водным фактором, оценку вероятных связей заболеваемости населения с региональными показателями качества питьевой воды и воды водных объектов в местах рекреационного водопользования [24, 25].

Агрегирование результатов данных исследований позволяет обосновать реализацию системного подхода обеспечения гигиенической безопасности питьевого и рекреационного водопользования населения Воронежской области и оценить эффективность реализованных решений.

Цель исследования: оценка эффективности реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности питьевого и рекреационного водопользования населения на примере Воронежской области.

Объекты исследования: реки и водные объекты бассейна Верхнего Дона, подземные источники хозяйственно-питьевого водоснабжения Воронежской области, процессы водоподготовки, распределительная водопроводная сеть, бутилированная питьевая вода, полимерная тара (ПЭТ-бутылки емкостью 1,5 л) для ее хранения.

Предмет исследования: качество воды в поверхностных водных объектах, водоисточниках и централизованной водопроводной сети; заболеваемость населения, связанная с водным фактором.

Материалы и методы. Основным объемом исследований выполнен на территории индустриально-аграрной Воронежской области с населением 2,324 млн человек (2020 г.). Доля городского населения – 68 %, сельского – 32 %. В состав региона входят городской округ города Воронеж, Борисоглебский городской округ и 31 муниципальный район (всего 33 административные территории).

Воронежская область, площадь которой составляет 52,2 тыс. км², полностью относится к бассейну реки Дон. В системе хозяйственно-питьевого водоснабжения используются только подземные воды.

Качество воды в местах рекреационного водопользования населения оценивалось на 26 водных

объектах в 73 контрольных точках по данным за 2015–2019 гг. Отбор проб воды осуществлялся в купальный сезон (июнь–август) по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Степень эпидемиологической опасности определена согласно МР 2.1.10.0031–11².

Оценка риска для здоровья населения осуществлялась по результатам лабораторных испытаний питьевой воды в 553 рецепторных точках на 33 административных территориях региона за 2010–2019 гг. в соответствии с Р 2.1.10.1920–04³.

Санитарно-эпидемиологическая надежность систем централизованного водоснабжения установлена по результатам контрольно-надзорных мероприятий и с использованием показателей региональной системы социально-гигиенического мониторинга (2019 г.) на двух проблемных административных территориях (Рамонский и Эртильский муниципальные районы) согласно МР 2.1.4.2370–08⁴.

В целях оценки качества рекреационного водопользования и питьевой воды в период с 02.12.2019 по 29.02.2020 проведен интернет-опрос 1158 жителей Воронежской области при общей численности населения на 01.01.2020 – 2 324 205 человек, что обеспечило репрезентативность полученных результатов.

Для определения роли водного фактора в формировании неинфекционной (мочеклеточная болезнь, болезни кожи и подкожной клетчатки, метгемоглобинемия) и инфекционной (дизентерия Флекснера, острые кишечные инфекции (ОКИ) установленной этиологии, ОКИ неустановленной этиологии, сумма ОКИ, вирусные гепатиты А и Е) заболеваемости применены статистические методы: оценка достоверности различий средних величин (по *t*-критерию Стьюдента); корреляционный анализ уровней заболеваемости в разрезе 33 административных территорий с показателями качества воды (коэффициент парной корреляции и оценка его статистической значимости при вероятности статистической ошибки вывода о взаимосвязи менее 5 %). Использованы данные о заболеваемости регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (2015–2019 гг.).

Проведены экспериментальные исследования по оценке миграции органических соединений из полимерной тары (ПЭТ-бутылок) при моделируемых температурных условиях, характеризующих наихудшие условия хранения бутилированной питьевой воды трех наиболее популярных, по данным анкетного опроса, торговых марок (в ответе представлялась возможность выбирать несколько торговых марок (из 15) и указывать дополнительные), которыми являлись «Святой источник» – выбран в 61,8 % ответов, «Липецкая» – в 57,3 %, «VonAqua» – в 25,4 %⁵.

Результаты исследования. Сущность системного подхода в обеспечении гигиенической безопасности

² МР 2.1.10.0031–11 «Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. 47 с.

³ Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/law/hotdocs/?utm_source=sps (дата обращения: 19.12.2019).

⁴ МР 2.1.4.2370–08 «Оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 21 с.

⁵ Опрос жителей Воронежской области по вопросам качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения и качества расфасованной воды проводился через официальный сайт ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» [<http://www.36rosptrebnadzorfuz.ru/>] с использованием бесплатного интернет-сервиса Google-form Компании Google по интернет-ссылке [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdSd05Qhr3dSbZp-9k5HjVVi8fxI0RtG_ZOhiprB1qIUfV0w/viewform] (дата обращения: 29.02.2020).

водопользования населения заключается в отражении взаимосвязи и взаимообусловленности всех звеньев и процессов, связанных с потреблением и качеством пресноводных ресурсов.

Результаты многолетних исследований, выполненные при реализации предлагаемого системного подхода на примере Воронежской области, позволили повысить эффективность использования риск-ориентированного подхода в проведении регионального мониторинга качества воды и планировании контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологической безопасности населения, проживающего на территории Воронежской области. Полученная эффективность реализованного системного подхода предполагает его дальнейшее внедрение в практическую деятельность на территории субъектов Российской Федерации.

Установлено, что региональные проблемы рекреационного водопользования населения связаны с неудовлетворительным качеством воды водных объектов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. К числу приоритетных показателей для бассейна Верхнего Дона отнесены: содержание в воде водных объектов аммоний-иона, нитратов, фосфатов (от 1,1 до 2,5 ПДК), ХПК (до 2,3 раза), БПК (до 1,5 раза). В 28,8 % рекреационных мест имело место несоответствие результатов анализов качества воды водных объектов действующим нормативам по микробиологическим показателям — от 1,5 до 75,0 % проб (по показателям термотолерантных и общих колиформных бактерий). По результатам интегральной оценки высокую степень эпидемиологической опасности характеризовались 4,1 % мест рекреационного водопользования населения (22 балла), средней степенью — 24,7 % (11–20 баллов) [13].

Приоритетными показателями качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения определены: содержание нитратов, фтора, бора, железа, которое неприемлемо по величинам неканцерогенного риска ($HQ > 1$), при ориентировочной численности населения, потребляющего воду неудовлетворительного качества, обусловленного присутствием нитратов, — 353 тыс. человек (риск для детей шести лет $HQ = 3,12 \div 9,51$, для взрослых $HQ = 1,34 \div 4,08$); фтора — 67,8 тыс. человек (риск для детей шести лет $HQ = 1,03 \div 2,26$, для взрослых $HQ = 1,10 \div 1,7$); бора — 4,3 тыс. человек (риск для детей шести лет $HQ = 1,02 \div 1,17$); железа — 2,1 тыс. человек (риск для детей шести лет $HQ = 1,02 \div 1,09$). На 16 из 33 территорий (48,5 %) среднее значение показателя общей жесткости превышает норматив в 1,01–1,64 раза. Снижение неопределенностей, имеющих место при оценке риска, достигнуто детальным анализом информации по каждой мониторинговой точке, использованием кроме средней концентрации показателя верхней 95%-й доверительной границы среднемноголетних концентраций химических веществ в питьевой воде при расчете доз для различных возрастных групп населения (дети, взрослые) [15].

Комплексная оценка степени санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения административных образований региона позволяет утверждать о различиях территориальных проблем. Так, на примере 2 проблемных территорий отмечено, что в Рамонском

муниципальном районе ($W_{\text{общ.}} = 1,10$) «высокая» степень санитарно-эпидемиологического неблагополучия выявлена по оценочному блоку «Транспортирование» ($W_6 = 0,2$), а «крайне высокая» — по блокам «Качество воды водоисточника» ($W_3 = 0,3$) и «Питьевая вода» ($W_8 = 0,6$). В Эргильском муниципальном районе ($W_{\text{общ.}} = 1,5$) «высокая» степень санитарно-эпидемиологического неблагополучия выявлена по оценочным блокам «Водообеспечение» ($W_1 = 0,05$), «Качество воды источников» ($W_3 = 0,2$), «Транспортирование» ($W_6 = 0,6$), «Питьевая вода» ($W_8 = 0,4$) и «крайне высокая» — по блоку «Лабораторный контроль» ($W_7 = 0,6$). С учетом отсутствия в населенных пунктах сельского типа водоподготовки степень неблагополучия характеризуется как «крайне высокая» [23].

Одновременно установлено, что большинство жителей региона (ежесуточный объем употребления воды для питьевых целей у респондентов составлял от 1,2 до 2,5 л) предпочитают пользоваться водой из системы централизованного водоснабжения, очищая ее в кувшинах-фильтрах (30,7 %). Бутилированную (расфасованную) питьевую воду употребляли 17,1 % анкетированных. При этом население старшей возрастной группы использует ее крайне редко (5,9 % от количества респондентов в данной возрастной группе), отдавая предпочтение употреблению воды из систем централизованного питьевого водоснабжения без очистки с кипячением (40,9 %). Удельный вес молодого населения (возрастные группы «до 18 лет» и «18–20 лет»), употребляющего бутилированную питьевую воду, составляет 71,4 и 26,5 % соответственно. Качеством употребляемой питьевой воды «удовлетворены в полной мере» 33,7 % опрошенных, «в целом удовлетворены» — 0,3 %, «частично удовлетворены» — 49,2 %, «не удовлетворены» — 16,8 %. Респондентами наиболее часто указывалось на наличие накипи, изменение цвета, что в целом согласуется с данными объективного лабораторного контроля (повышенная общая жесткость, высокая концентрация железа). Большинство анкетированных (74,3 %) не отметили влияния на здоровье употребляемой питьевой воды. Вместе с тем 25,4 % опрошенных указали на «сухость и шелушение кожных покровов» при приеме водных процедур (после душа или ванны). Сочетание негативных эффектов «сухость и шелушение кожных покровов» + «жесткость волос после мытья» имело место в ответах 17,8 % респондентов.

По результатам корреляционного анализа выявлены статистически значимые связи среднего многолетнего уровня (СМУ) заболеваемости взрослого населения мочекаменной болезнью и общей жесткостью питьевой воды (коэффициент парной корреляции $r = 0,42$, связь средней силы, статистически значимая, $T_{\text{расч.}} = 2,60 > T_{\text{крит.}} = 2,04$ при $p < 0,05$); СМУ заболеваемости взрослого населения болезнями кожи и подкожной клетчатки и концентрацией железа в питьевой воде (коэффициент корреляции $r = 0,35$, $T_{\text{расч.}} = 2,08 > T_{\text{крит.}} = 2,04$ при $p < 0,05$). На территории сельских поселений имеет место проблема нитратного загрязнения водоисточников (как централизованных, так и децентрализованных), что подтверждено регистрацией 9 случаев заболеваний метгемоглобинемией детей в возрасте до 1 года, находящихся на искусственном вскармливании (2015–2018 гг.). Все случаи были связаны с использованием

питьевой воды из децентрализованных источников (колодцев, индивидуальных скважин) с высоким содержанием нитратов (от 1,7 до 6,7 ПДК) для приготовления молочных смесей, что не исключало данную причину и для систем централизованного водоснабжения отдельных поселений в связи с соизмеримыми концентрациями нитратов в общем водоносном горизонте.

Экспериментальными исследованиями по оценке миграции органических соединений из полимерной тары (ПЭТ-бутылок емкостью 1,5 литра) в расфасованную питьевую воду при моделируемых нарушениях условий хранения (температуре +37 °С и продолжительности времени ее воздействия три месяца) установлено отсутствие миграции ацетальдегида, фенола, метилхлорида, хлорбензола, бисфенола А, этиленгликоля, диметилтерефталата, формальдегида, ацетона, метилового, бутилового, изобутилового спирта, что позволяет сделать вывод о безопасности материалов, используемых производителями для расфасовки питьевой воды, в том числе при нарушении температурного режима условий хранения.

Предложенный и апробированный на примере Воронежской области базовый алгоритм реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности рекреационного и питьевого водопользования населения включает синхронное решение аналитических задач по обоснованию приоритетных региональных показателей качества воды, определение территорий «риска» и звеньев, детерминирующих ненадлежащее качество питьевой воды, уточнение популяционных рисков за счет определения доли населения, употребляющего расфасованную питьевую воду; управление региональной ситуацией с целью обеспечения гигиенической безопасности в сфере питьевого и рекреационного водопользования населения через совершенствование нормативно-правовой базы, реализацию целевых программ и информирование населения.

Эффективность практической реализации системного подхода с учетом результатов исследования предусматривала оптимизацию в организации мониторинга и контрольно-надзорных мероприятий; снижение техногенной нагрузки на водоемы и водоисточники, обеспечение их санитарной охраны; выбор альтернативных источников; совершенствование систем водоподготовки и транспортировки.

Оптимизация организации мониторинга и контрольно-надзорных мероприятий. С учетом результатов исследования перераспределены контрольные точки отбора проб питьевой воды: исключены пункты с количеством населения менее 5000 человек, в которых отсутствует риск для здоровья населения; добавлены контрольные точки в 48 сельских поселениях, проблемных по качеству воды. Количество мониторинговых точек в конкретном населенном пункте рассчитано с учетом численности водоснабжаемого населения: в сельских поселениях 1 точка – до 5000 жителей, 2–3 точки – свыше 5000 жителей. В 2021 году расширена программа мониторинга в 3 населенных пунктах, где имеется водоподготовка, с контролем показателей, характеризующих технологию водоподготовки (хлороформ, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромформ).

Усовершенствована система мониторинга качества воды в местах рекреационного водополь-

зования населения: 73 места рекреации, в том числе 55 – не имеющих официального статуса, но пользующихся популярностью у населения для купания в летний сезон.

Снижение техногенной нагрузки на водоемы и обеспечение гигиенической безопасности рекреационного водопользования. В 2015 году внедрены очистные сооружения в с. Новая Усмань (5 тыс. м³ в сутки), что снизило техногенную нагрузку на реку Усмань.

Значимость мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности рекреационного водопользования населения, реализованных по результатам исследования, заключается в практически полной инвентаризации и санитарно-гигиенической оценке мест отдыха у воды, включая традиционно используемые населением, но не вошедшие в утвержденный перечень. По результатам анализа данных действующей системы мониторинга качества воды в местах рекреации на территории Воронежской области, включающей 73 контрольные точки, определены зоны рекреации (пляжи), наиболее соответствующие нормативным требованиям качества воды. Перед правительством Воронежской области поставлены вопросы и организована работа по приданию официального статуса и закреплению мест массового отдыха населения у воды за соответствующими муниципальными структурами либо иными хозяйствующими субъектами с целью приведения зон отдыха в надлежащее санитарное состояние, отвечающее современным требованиям.

Положительными примерами организации зон рекреационного водопользования в регионе, соответствующих современным санитарно-гигиеническим требованиям, могут быть пляжи санатория им. М. Горького на Воронежском водохранилище и клуба активного отдыха (турбазы) «Сосновый бор» на реке Усмань, получившие положительные санитарно-эпидемиологические заключения и высокие рейтинговые оценки – 4,7–4,8 балла из 5 возможных по совокупности 6 санитарно-гигиенически значимых критериев (оборудование санузлами и душевыми, наличие пляжного оборудования, наличие контроля и информации о качестве воды, организация медпомощи и общественного питания).

Обеспечение охраны водоисточников. Обеспечена охрана водоисточников: снижен удельный вес источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, с 10,6 % (2010 г.) до 0 % (2017–2020 гг.). В настоящее время 100 % подземных водоисточников имеют зону санитарной охраны, режим которой соблюдается.

Выбор альтернативных источников. За период проведения исследования с 2010 по 2019 годы принимались и реализовывались адресные решения по закрытию проблемных скважин (водоисточников) и увеличению альтернативных, т. е. бурению новых скважин и водозаборов. За указанный период исключены из системы 57 проблемных скважин в 25 населенных пунктах, число эксплуатируемых скважин возросло с 1716 до 2097 (на 110 783 человека снижена численность населения, получающего питьевую воду неудовлетворительного качества). Проведена работа по информированию населения о качестве питьевой воды, правилах использования индивидуальных фильтров для водоподготовки, а также качества воды в зонах рекреации: представлено

57 информаций на сайте Управления Роспотребнадзора по Воронежской области, опубликовано 48 информаций в региональных периодических изданиях, проведено 112 выступлений на телевидении и радио.

Совершенствование систем водоподготовки и транспортировки. В 3 проблемных по качеству воды населенных пунктах с общим населением 28 364 человека в 2015–2020 гг. внедрены современные системы водоподготовки в системах централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, что позволило обеспечить население питьевой водой, качество которой соответствует нормативам. Проведена замена водопроводных сетей в 29 населенных пунктах 9 муниципальных районов.

Удельный вес проб воды из источников централизованного водоснабжения, не соответствующих нормативным требованиям по санитарно-химическим показателям, имеет тенденцию к снижению: в 2010–2012 гг. показатель составлял 43,2–44,4 %, в 2017–2019 гг. – 32,5–37,1 %, что подтверждает эффективность поэтапно проводимых мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности питьевого водопользования населения.

Обсуждение результатов. Наши исследования и работы других отечественных авторов показывают, что в настоящее время Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека уделяется значительное внимание развитию методической поддержки риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, в том числе практическому применению подходов количественной оценки вероятного риска здоровью населения, обусловленного водным фактором, в целях обеспечения соблюдения санитарно-гигиенических требований к питьевому водоснабжению и рекреационному водопользованию [26, 27].

Высокая техногенная нагрузка на водную среду отмечается в работах зарубежных авторов. При этом приоритет отводится проблеме дефицита пресноводных ресурсов в ряде стран и микробиологическим рискам для здоровья населения. В частности, недостаток питьевой воды, неудовлетворительное качество воды в реках Европы и Южной Азии, проблема распространения заболеваемости острыми кишечными инфекциями, связанной с водным фактором в том числе среди населения мегаполисов, отмечается в работе [28]. Исследованиями, проведенными в Германии на месте слияния рек Рур и Рейн, показано, что причиной ограничения на отдых населения у воды является ее неудовлетворительное качество по микробиологическим показателям [29]. При этом большое внимание для снижения техногенной нагрузки на водные объекты уделяется технологиям очистки и повторного использования промышленных и бытовых сточных вод [30].

Заключение. По итогам исследования предложен алгоритм реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности рекреационного и питьевого водопользования населения, который предусматривает оценку отдельных и комплексных показателей по блокам «Рекреационное водопользование», «Хозяйственно-питьевое водопользование», «Расфасованная питьевая вода», «Здоровье населения»; синхронное решение аналитических задач по обоснованию приоритетных региональных показателей качества воды, определение территорий «риска»

и звеньев, детерминирующих ненадлежащее качество питьевой воды; уточнение популяционных рисков за счет возрастания доли употребления расфасованной питьевой воды; управление региональной ситуацией с целью обеспечения гигиенической безопасности в сфере питьевого и рекреационного водопользования населения через совершенствование законодательной и нормативной базы, реализацию целевых программ и информирование населения.

Эффективность реализованного комплекса профилактических мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности водопользования населения подтверждается положительной динамикой целевых показателей за десятилетний период: снижением удельного веса источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, с 10,6 до 0 %; увеличением доли населения, обеспеченного питьевой водой, отвечающей гигиеническим нормативам, с 88,0 до 92,8 %; снижением популяционного риска, связанного с повышенной концентрацией нитратов в питьевой воде, на 6,7 тыс. человек за счет санитарно-технических мероприятий; отсутствием новых случаев метгемоглобинемии (2019–2020 гг.) за счет адресного информирования населения и органов местного самоуправления проблемных сельских поселений.

Список литературы

1. World Water Assessment Programme (UNESCO WWAP). Leaving No One Behind – the 2019 UN World Water Development Report [электронный ресурс]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306> (дата обращения: 13.05.2021).
2. Белозеров Д.А., Иоффе И.Е. Оценка состояния подземных вод в отдельных пунктах питьевого водоснабжения северо-западной части Воронежской области // Международный научный вестник (Вестник Объединения православных ученых). 2016. № 1 (9). С. 34–37.
3. Клепиков О.В., Молоканова Л.В., Бережнова Т.А. Оценка гигиенической и эпидемиологической безопасности системы водопользования населения // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2015. Т. 14. № 3. С. 667–671.
4. Нагих Т.В., Прожорина Т.И. Эколого-гигиеническая оценка качества питьевой воды г. Воронежа // Молодежный инновационный вестник. 2018. Т. 7. № S3. С. 29.
5. Прожорина Т.И., Куролап С.А. Геоэкологическая оценка состояния реки Дон в пределах ближнего Подворонежья // Естественные и технические науки. 2019. № 8 (134). С. 121–124.
6. Прожорина Т.И., Нагих Т.В. Гидрохимическая оценка качества вод рек ближнего Подворонежья // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 3-2. С. 85–87.
7. Косолапов В.П., Механтьев И.И., Сыч Г.В., Ласточкина К.С., Сыч А.В. Анализ контроля качества воды и ее влияние на состояние здоровья населения Воронежской области // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2019. Т. 18. № 2. С. 168–179. doi: 10.25987/VSTU.2019.18.2.025
8. Жердев В.Н., Полякова Н.В. Модель управления рекреационным природопользованием бассейна реки Дон // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2019. № 1 (8). С. 16–19.
9. Калашников Ю.С. Гигиенические аспекты водопользования населения бассейна Верхнего Дона // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 7 (304). С. 31–34. doi: 10.35627/2219-5238/2018-304-7-31-34
10. Клепиков О.В., Молоканова Л.В., Маслова М.О., Калашников Ю.С. Анализ показателей микробиологической безопасности воды водных объектов в местах рекреации // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. № 4. С. 66–70.

11. Механтьев И.И. Санитарно-гигиенические и эпидемиологические аспекты рекреационного водопользования населения бассейна Верхнего Дона // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 12 (333). С. 23–29. doi: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-23-29.
12. Чувычкин А.Л., Девятова Т.А., Яблонских Л.А. Ионный состав природных вод притоков реки Дон в пределах Воронежской области // Сорбционные и хроматографические процессы. 2018. Т. 18. № 3. С. 429–437.
13. Чувычкин А.Л., Яблонских Л.А., Девятова Т.А. Изменение характеристик качества поверхностных вод реки Дон в пределах Воронежского городского округа и ближнего Подворонезья // Вода: химия и экология. 2016. № 6 (96). С. 3–8.
14. Косолапов В.П., Механтьев И.И., Чайкина Н.Н. и др. Оценка рисков от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду, для здоровья населения Воронежской области за 2010–2017 годы // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2019. Т. 18. № 4. С. 201–208. doi: 10.25987/VSTU.2020.18.4.027
15. Механтьев И.И. Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 4 (325). С. 37–42. doi: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42
16. Пичужкина Н.М., Чубирко М.И., Михалькова Е.В. Гигиеническая оценка риска для здоровья детей, ассоциированного с вредным воздействием факторов среды обитания // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2018. № 73. С. 113–115.
17. Унгурияну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 1. С. 19–24.
18. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Мишина А.Л., Ярушин С.В. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (12). С. 1125–1129. doi: 10.18821/0016-9900-2017-12-1125-1129
19. Моренкова В.В., Каменева О.В. Проблема микробного загрязнения питьевой воды по Воронежской области и городу Воронеж // Молодежный инновационный вестник. 2018. Т. 7. № S1. С. 230–231.
20. Ненахов И.Г., Боева Н.В. К вопросу отношения населения к качеству водоснабжения на территории города Воронежа // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2019. № 77. С. 61–64.
21. Калашников Ю.С., Клепиков О.В., Мамчик Н.П. Оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения территорий бассейна Верхнего Дона // Санитарный врач. 2018. № 8. С. 71–76.
22. Калашников Ю.С., Клепиков О.В., Хорпякова Т.В. Эколого-гигиеническая оценка влияния техногенно измененного притока на качество воды в реке Дон вблизи города Воронежа // Проблемы региональной экологии. 2018. № 3. С. 62–66. doi: 10.24411/1728-323X-2018-13062
23. Механтьев И.И., Клепиков О.В. Комплексная оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения сельских территорий // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. № 5. С. 119–124. doi: 10.24411/2075-4094-2020-16754
24. Балалаева И.Ю., Поздняков А.М., Степанова Т.В., Звягина Т.Г. Мочекаменная болезнь у детей и подростков в зависимости от особенностей состава питьевой воды в городе Воронеж и Воронежской области // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2018. № 71. С. 115–120.
25. Пичужкина Н.М., Чубирко М.И., Михалькова Е.В. Социально-гигиенические аспекты экологически обусловленных заболеваний // Прикладные информационные аспекты медицины. 2018. Т. 21. № 4. С. 19–22.
26. Попова А.Ю., Брагина И.В., Зайцева Н.В., Май И.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. № 1 (96). С. 5–9. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-1-5-9
27. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора: 2014–2017 гг. // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 1. С. 5–9.
28. Lara RJ, Islam MS, Yamasaki S, Neogi SB, Nair GB. Aquatic ecosystems, human health, and ecohology. In: *Treatise on Estuarine and Coastal Science*. 2011;10:263–299. doi: 10.1016/B978-0-12-374711-2.01015-9
29. Kistemann T, Schmidt A, Flemming HC. Post-industrial river water quality – Fit for bathing again? *Int J Hyg Environ Health*. 2016;219(7 Pt B):629–642. doi: 10.1016/j.ijheh.2016.07.007
30. De Gisi S, Casella P, Cellamare CM, Ferraris M, Petta L, Notarnicola M. Wastewater reuse. In: Abraham MA, ed. *Encyclopedia of Sustainable Technologies*. 2017;4:53–68. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10528-7

References

1. World Water Assessment Programme (UNESCO WWAP). *Leaving No One Behind – the 2019 UN World Water Development Report*. Accessed January 13, 2021. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>
2. Belozerov DA, Ioffe IE. [Assessment of the condition of groundwater in individual points of drinking water supply in the northwestern part of the Voronezh region.] *Mezhdunarodnyy Nauchnyy Vestnik (Vestnik Ob'edineniya Pravoslavnykh Uchenykh)*. 2016;(1(9)):34–37. (In Russ.)
3. Klepikov OV, Molokanova LV, Berezhnova TA. Assessment of hygiene and safety of water epidemic of population. *Sistemnyy Analiz i Upravlenie v Biomeditsinskikh Sistemakh*. 2015;14(3):667–671. (In Russ.)
4. Nagikh TV, Prozhorina TI. [Ecological and hygienic assessment of drinking water quality in Voronezh.] *Molodezhnyy Innovatsionnyy Vestnik*. 2018;7(S3):29. (In Russ.)
5. Prozhorina TI, Kurolap SA. Geocological assessment of the condition rivers of Don Middle Podvoronezhya. *Estestvennyye i Tekhnicheskie Nauki*. 2019;(8(134)):121–124. (In Russ.)
6. Prozhorina TI, Nagikh TV. [Hydrochemical assessment of water quality in rivers of the Voronezh suburbs.] *Sovremennye Tendentsii Razvitiya Nauki i Tekhnologii*. 2017;(3-2):85–87. (In Russ.)
7. Kosolapov VP, Mekhanteyev II, Sych GV, Lastochkina KS, Sych AV. Analysis of water quality control and its impact on the health status of the population of the Voronezh region. *Sistemnyy Analiz i Upravlenie v Biomeditsinskikh Sistemakh*. 2019;18(2):168–179. (In Russ.) doi: 10.25987/VSTU.2019.18.2.025
8. Zherdev VN, Poliakova NV. The management model of recreational nature use of the Don River basin. *Modeli i Tekhnologii Prirodoobustroystva (Regional'nyy Aspekt)*. 2019;(1(8)):16–19. (In Russ.)
9. Kalashnikov YuS. Hygienic aspects of water use of the population of the Upper Don basin. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018;(7(304)):31–34. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-304-7-31-34
10. Klepikov OV, Molokanova LV, Maslova MO, Kalashnikov YuS. Analysis of indicators of microbiological safety of water in water objects in the places of recreation. *Vestnik VGU, Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*. 2017;(4):66–70. (In Russ.)
11. Mehanteyev II. Sanitary, hygienic and epidemiological aspects of recreational water use of the population of the Upper Don river basin. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(12(333)):23–29. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-23-29
12. Chuvyckin AL, Devyatova TA, Yablonskikh LA. Chemical composition of surface waters of the tributaries of the Don River within the Voronezh region. *Sorbtsionnye i Khromatograficheskie Protessy*. 2018;18(3):429–437. (In Russ.)
13. Chuvyckin AL, Yablonskikh LA, Devyatova TA. Changing in the quality characteristics of surface waters of

- the Don River within Voronezh urban district and the Middle Voronezh region. *Voda: Khimiya i Ekologiya*. 2016;(6(96)):3–8. (In Russ.)
14. Kosolapov VP, Mekhantiev II, Chaikina NN, et al. Assessment of risks from exposure to chemicals polluting drinking water for the health of the population of the Voronezh region for 2010–2017. *Sistemnyy Analiz i Upravlenie v Biomeditsinskikh Sistemakh*. 2019;(4):201–208. (In Russ.) doi: 10.25987/VSTU.2020.18.4.027
 15. Mehantiev II. Health risks for the population of the Voronezh Region related to drinking water quality. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(4(325)):37–42. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42
 16. Pichuzhkina NM, Chubirko MI, Mikhalkova EV. Hygienic assessment of the risk to children's health associated with the harmful effects of environmental factors. *Nauchno-Meditsinskiy Vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2018;(73):113–115. (In Russ.)
 17. Unguryanu TN, Novikov SM. Results of health risk assessment due to exposure to contaminants in drinking water in Russia population (review of literature). *Gigiena i Sanitariya*. 2014;93(1):19–24. (In Russ.)
 18. Popova AYU, Gurvich VB, Kuzmin SV, Mishina AL, Yarushin SV. Modern issues of the health risk assessment and management. *Gigiena i Sanitariya*. 2017;96(12):1125–1129. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-12-1125-1129
 19. Morenkova VV, Kameneva OV. [The problem of microbial contamination of drinking water in the Voronezh region and the city of Voronezh.] *Molodezhnyy Innovatsionnyy Vestnik*. 2018;7(S1):230–231. (In Russ.)
 20. Nenakhov IG, Boeva NV. To the question of the relations of the population to the quality of water supply on the territory of the city of Voronezh. *Nauchno-Meditsinskiy Vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2019;(77):61–64. (In Russ.)
 21. Kalashnikov YuS, Klepikov OV, Mamchik NP. Assessment of sanitary and epidemiological reliability of centralized drinking water supply systems of the territories of the Upper Don river basin. *Sanitarnyy Vrach*. 2018;(8):71–76. (In Russ.)
 22. Kalashnikov YuS, Klepikov OV, Khorkhyakova TV. Ecological and hygienic assessment of the impact of the polluted altered inflow on the water quality in the Don River in the vicinity the city of Voronezh. *Problemy Regional'noy Ekologii*. 2018;(3):62–66. (In Russ.) doi: 10.24411/1728-323X-2018-13062
 23. Mekhantiev II, Klepikov OV. Comprehensive assessment of sanitary and epidemiological reliability of centralized drinking water supply systems in rural territories. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy. E-edition*. 2020;(5):119–124. (In Russ.) doi: 10.24411/2075-4094-2020-16754
 24. Balalaeva IU, Pozdnyakov AM, Stepanova TV, Zvyagina TG. Urinary stones disease in children and adolescents and features of water in the Voronezh city and Voronezh region. *Nauchno-Meditsinskiy Vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2018;(71):115–120. (In Russ.)
 25. Pichuzhkina NM, Chubirko MI, Mikhalkova EV. Socially-hygienic aspects of environment-related diseases. *Prikladnye Informatsionnye Aspekty Meditsiny*. 2018;21(4):19–22. (In Russ.)
 26. Popova AYU, Bragina IV, Zaitseva NV, et al. On the scientific and methodological support of the assessment of the performance and effectiveness of the control and supervisory 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
 27. Popova AYU, Zaytseva NV, May IV. Experience of methodological support and practical implementation of the risk-oriented model of sanitary-epidemiological surveillance in 2014–2017. *Gigiena i Sanitariya*. 2018;97(1):5–9. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-1-5-9
 28. Lara RJ, Islam MS, Yamasaki S, Neogi SB, Nair GB. Aquatic ecosystems, human health, and ecohydrology. In: *Treatise on Estuarine and Coastal Science*. 2011;10:263–299. doi: 10.1016/B978-0-12-374711-2.01015-9
 29. Kistemann T, Schmidt A, Flemming HC. Post-industrial river water quality – Fit for bathing again? *Int J Hyg Environ Health*. 2016;219(7 Pt B):629–642. doi: 10.1016/j.ijheh.2016.07.007
 30. De Gisi S, Casella P, Cellamare CM, Ferraris M, Petta L, Notarnicola M. Wastewater reuse. In: Abraham MA, ed. *Encyclopedia of Sustainable Technologies*. 2017;4:53–68. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10528-7



Гигиенические факторы риска здоровью работников при получении железорудных окатышей

А.М. Егорова, Л.А. Луценко, Т.К. Татянюк

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
ул. Семашко, д. 2, Московская область, г. Мытищи, 141014, Российская Федерация

Резюме

Введение. Труд работников основных профессий горнорудной промышленности характеризуется комбинированным и сочетанным воздействием опасных и вредных производственных факторов и может усугубляться вредным влиянием условий окружающей среды.

Цель исследования – изучить условия труда работающих в горнорудной промышленности.

Материалы и методы. Проведена гигиеническая оценка технологического процесса получения окисленных офлюсованных и неофлюсованных окатышей при добыче железной руды открытым способом и дальнейшей ее переработки в качественное сырье для черной металлургии, изучены вредные физические и химические факторы рабочей среды.

Результаты. В условиях нагревающего микроклимата производственные операции выполняют: агломератчик (класс 3.3 вредности условий труда в летний период); горновой на агломерации и обжиге (класс 3.4); бункеровщик в цехе обожженных окатышей (класс 3.3). Средняя величина интенсивности теплового излучения за период облучения (1,35 часа) для горновых на агломерации и обжиге составила 356,2 Вт/м², что в 2–2,5 раза превышает предельно допустимый уровень (ПДУ). Повышенные уровни шума (класс 3.2) отмечены на рабочих местах машинистов конвейеров, агломератчиков и горновых (14,8 и 9,25 %). На отдельных рабочих местах агломератчиков обжиговых машин регистрировалось превышение концентрации пыли (класс 3.1), уровня шума (классы 3.1 и 3.2), серы диоксида (класс 3.1), суммы вредных химических веществ раздражающего действия (классы 3.1 и 3.2 по превышению величины предельно допустимой концентрации (ПДК)). На рабочих местах и в зоне обслуживания участков горновых на агломерации и обжиге установлено превышение ПДК пыли (класс 3.1), ПДУ шума (классы 3.1 и 3.2), ПДК серы диоксида (класс 3.1) и суммы вредных химических веществ раздражающего действия (классы 3.1 и 3.2).

Заключение. Гигиенический анализ технологического процесса получения железорудных окатышей на фабрике окомкования свидетельствует о наличии источников и условий формирования неблагоприятных производственных факторов, обуславливающих риск нарушения состояния здоровья работающих. В целях решения вопросов гигиены труда и техники безопасности необходимо внедрить комплексные меры профилактики нарушений здоровья работающего населения.

Ключевые слова: железорудные окатыши, ТНС-индекс, тепловая нагрузка, вредные условия труда, горнорудная промышленность.

Для цитирования: Егорова А.М., Луценко Л.А., Татянюк Т.К. Гигиенические факторы риска здоровью работников при получении железорудных окатышей // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 15–20. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-15-20>

Сведения об авторах:

✉ **Егорова** Анна Михайловна – д-р мед. наук, заведующая отделом медицины труда; e-mail: egorovaam@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7929-9441>.

Луценко Лидия Александровна – д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник отдела медицины труда; e-mail: lutsenkola@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-1404>.

Татянюк Татьяна Кирилловна – д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник отдела анализа риска здоровью населения; e-mail: tatianuktk@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2893-0256>.

Информация о вкладе авторов: Егорова А.М. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование; Луценко Л.А., Татянюк Т.К. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликована: 31.08.21

Workers' Health Risk Factors in the Production of Iron Ore Pellets

Anna M. Egorova, Lidia A. Lutsenko, Tatiana K. Tatyanyuk

F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene,
2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

Summary

Introduction. The labor of workers of the main occupations in the mining industry is characterized by a combined effect of occupational risk factors, which can be further aggravated by adverse environmental conditions.

Objective: to study working conditions of employees in the mining industry.

Materials and methods. We conducted a hygienic assessment of the technological process of manufacturing oxidized fluxed and non-fluxed pellets during the extraction of iron ore by surface mining and its further processing into high-quality raw materials for ferrous metallurgy, and a study of harmful physical and chemical factors of the working environment.

Results. We established that a sinter machine operator (Class 3.3 hazard working conditions in the summer time), an operator of the agglomeration and firing furnace (Class 3.4), and a bunker operator in the shop for fired pellets (Class 3.3) work in hot occupational environment. The average value of the intensity of thermal radiation over the irradiation period (1.35 hours) for agglomeration and firing furnace operators was 356.2 W/m² or 2–2.5 times higher than the maximum permissible level. Increased noise levels (Class 3.2) were measured at the workplaces of conveyor, sinter and furnace operators (14.8 % and 9.25 %). At individual workplaces of sintering machine operators, we registered elevated dust concentrations (Class 3.1), noise levels (Classes 3.1 and 3.2), sulfur dioxide concentrations (Class 3.1), and the sum of irritant chemicals (Classes 3.1 and 3.2 by excess of the maximum permissible concentration (MPC)) were recorded. At workplaces and in the service area of the furnaces at agglomeration and roasting, the maximum permissible level was exceeded for dust (Class 3.1), noise (Classes 3.1 and 3.2), sulfur dioxide (Class 3.1), and the sum of irritant chemicals (Classes 3.1 and 3.2).

Conclusions: The hygienic analysis of the technological process of manufacturing iron ore pellets at the pelletizing plant indicates the presence of sources and conditions forming adverse occupational factors posing health risks for workers. In

order to address occupational health and safety issues, it is necessary to introduce comprehensive measures to prevent health disorders in the working population.

Keywords: iron ore pellets, heat load index, occupational hazards, mining industry.

For citation: Egorova AM, Lutsenko LA, Tatyanyuk TK. Workers' health risk factors in the production of iron ore pellets. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):15–20. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-15-20>

Author information:

✉ Anna M. Egorova, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Occupational Medicine, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: egorovaam@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7929-9441>.

Lidia A. Lutsenko, Dr. Sci. (Med.), Prof., Chief Researcher, Department of Occupational Medicine, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: mtrud777@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-1404>.

Tatiana K. Tatyanyuk, Dr. Sci. (Med.), Prof., Chief Researcher, Department of Public Health Risk Analysis, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: gr@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2893-0256>.

Author contributions: Egorova A.M. developed the concept and design of the study, wrote and edited the manuscript; Lutsenko L.A. and Tatyanyuk T.K. developed the concept and design of the study, wrote and edited the manuscript.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение. Состояние условий труда работников по критериям опасности и вредности производственных факторов является основной причиной, оказывающей наиболее существенное влияние на показатели профессионального здоровья каждой профессии и, как следствие, на уровень профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости работающего контингента. Оценка интенсивности и длительности воздействия факторов производственной среды и трудового процесса, выработка механизмов управления по снижению их неблагоприятного воздействия до уровней приемлемых рисков позволяют сохранять профессиональное здоровье работающих и ведет к сбережению трудовых ресурсов.

Горнорудная промышленность даже в современных условиях по категории труда относится к одной из вредных и опасных отраслей народного хозяйства для здоровья работающих¹ [1–4].

В настоящее время в мире проводятся мероприятия, направленные на снижение добычи и сжигания угля, уменьшение выбросов диоксида углерода к 2050 г., ряд стран (Италия, Великобритания) декларируют уход от использования угля к 2025 г. [5].

По данным Росстата, в 2020 г. удельный вес численности работающих по добыче полезных ископаемых, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда в РФ, составил 55,4 % от общей численности работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда соответствующего вида экономической деятельности, из них 9,2 % подвергались воздействию химического фактора, аэрозолей преимущественно фиброгенного действия – 12,1 %, шума, инфразвука, ультразвука – 32,9 %, вибрации (общей и локальной) – 12,5 %, микроклимата – 2,5 %, световой среды – 2,6 %, тяжести трудового процесса – 35,7 %².

У работников предприятий по добыче полезных ископаемых отмечен наибольший удельный вес впервые зарегистрированной патологии, на долю профессиональных заболеваний среди работников обрабатывающих производств приходится 29,9 % от всех впервые зарегистрированных. Первое ран-

говое место среди показателей профессиональной заболеваемости на 10 тыс. работающих по видам экономической деятельности занимают предприятия по добыче полезных ископаемых – 21,15, второе – обрабатывающие производства – 2,18, третье – предприятия транспортировки и хранения. В структуре профессиональной патологии по-прежнему на первом месте остается профессиональная патология вследствие чрезмерного воздействия на организм работников физических факторов производственных процессов. При этом доля таких профзаболеваний снизилась и составила 42,33 % всех впервые выявленных профессиональных заболеваний³.

Известно, что в горнодобывающей промышленности наблюдается один из самых высоких показателей потери слуха из-за профессионального шума. Еще в 1976 г. NIOSH подсчитал, что у 70–90 % шахтеров к 60 годам разовьется потеря слуха [6]. Наиболее тяжелые условия труда отмечены в каменных, песчаных и гравийных шахтах. Результаты также свидетельствуют о недостаточных усилиях как в аудиометрическом тестировании, так и в минимизации риска после чрезмерного воздействия шума [7].

Стоимость потери слуха из-за шума оценивается в 0,2–2 % валового внутреннего продукта (ВВП) в развитых странах⁴. Распространенность потери слуха в горнодобывающей промышленности занимает второе место по величине среди всех исследуемых отраслей (24,3 %), уступая только железнодорожной отрасли (34,8 %) [8].

Необходима разработка программ сохранения слуха, включая корректирующие действия и аудиометрическое тестирование⁵.

Охрана здоровья работающего населения является важнейшей сферой социальной политики правительства Российской Федерации. Здоровье работающего населения непосредственно связано с условиями труда. Сложное влияние комплекса технических, экономических, социальных, природно-географических и других факторов на состояние здоровья населения требует выработки взвешенной государственной политики, направленной на обеспечение как безопасных условий

¹ Cope CL. Human factors in industry; working conditions; coal mining. *Adv Sci*. 1948;5(18):99–101. PMID: 18875234.

² Удельный вес работников организаций, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда по отдельным видам экономической деятельности (на конец 2020 года). URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions.

³ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 256 с.

⁴ Prevention of Noise-induced Hearing Loss: report of an informal consultation held at the World Health Organization, Geneva, on 28–30 October 1997, Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1997.

⁵ Mine Safety and Health Administration: Coal mine safety and health. MSHA Handbook Series, PH89-V-1. U.S. Department of Labor; 2008.

труда для работников, так и эффективного взаимодействия и сотрудничества работодателей и работников, государственных и негосударственных организаций при решении вопросов техники безопасности и гигиены труда.

Предприятия горнорудной промышленности продолжают занимать одно из ведущих мест в развитии экономики страны. Труд работников основных профессий данных предприятий характеризуется комбинированным и сочетанным воздействием опасных и вредных производственных факторов и может усугубляться влиянием условий окружающей среды.

Изучены вопросы снижения высокого уровня профессиональной заболеваемости в горнорудной промышленности [9–12].

Результаты гигиенических исследований в Казахстане (корпорация «Казахмыс») показали, что в основных цехах и участках предприятий горнорудной промышленности показатели физических факторов производственной среды не соответствовали нормативным значениям. Концентрация пыли на рабочих местах ведущих профессий превышала предельно допустимую концентрацию в 1,2–4,5 раза, содержание свинца – в 2,2 раза [13].

Предложены информационные системы управления профессиональными рисками в горнорудной промышленности⁶ [14]. Представлено обоснование платформы стандартов на основе оценки риска нарушения здоровья работников при добыче и переработке рудных и угольных полезных ископаемых [15]. Актуальным является обоснование критериев риска развития и ранней диагностики профессионально обусловленных заболеваний, их сочетания с профессиональной патологией, а также разработка комплексных программ мониторинга и управления профессиональными рисками⁷ [16–20].

Цель исследования: изучить условия труда работающих в горнорудной промышленности при добыче железной руды открытым способом и дальнейшей ее переработки в качественное сырье.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов отечественных и международных исследований, связанных с гигиенической оценкой условий труда в горнорудной промышленности, изучены условия труда и состояние здоровья работающих, проведена оценка профессионального риска для здоровья работников, предложены практические рекомендации по снижению уровней профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости^{8,9}.

Результаты. Гигиенические исследования проведены на горно-обогатительном комбинате – одном из крупнейших в стране предприятий горнорудной промышленности, осуществляющем добычу железной руды открытым способом и ее дальнейшую переработку в качественное сырье для черной металлургии. Одним из основных цехов данного предприятия является фабрика окомкования, предназначенная для производства не офлюсованных и офлюсованных окатышей. Исходным сырьем для получения офлюсованных окатышей является железорудный концентрат участка дообогащения обогатительной фабрики, связующая добавка и флюсоупрочняющая смесь. В качестве связующей добавки применяется двухкомпонентная смесь, состоящая из бентонитового порошка и полимерного связующего. Флюсоупрочняющая смесь состоит из боксита и мела, непосредственно готовится на фабрике. В составе железорудного концентрата массовая доля двуокиси кремния не должна быть более 3 %. Во флюсоупрочняющей смеси доля общего CaO – $25,5 \pm 1,5$ %; Al₂O₃ – $21,0 \pm 1,5$ %; общей SiO₂ – не более 14 %.

Гигиеническая оценка технологического процесса получения окисленных офлюсованных и не офлюсованных окатышей позволила выделить ожидаемые факторы риска на каждом из последовательных его этапов (таблица).

Проведена гигиеническая оценка источников и причин возникновения вредных и опасных физических, химических факторов рабочей среды: 1) работа основного и вспомогательного

Таблица. Этапы процесса получения окатышей и факторы риска здоровью работающих

Table. Stages of the pelletizing process and workers' health risk factors

№	Наименование технологического процесса / Technological process	Основные факторы риска производственной среды / Main occupational risk factors
1	Прием и подготовка компонентов шихты / Reception and preparation of charge components	Пыль сложного состава, шум, тепловые излучения / Total suspended particles, noise, heat radiation
2	Дозирование и смешивание компонентов шихты / Dosing and mixing of charge components	Пыль, шум / Dust, noise
3	Получение сырых окатышей и укладка их на обжиговую машину / Obtaining raw pellets and placing them on the roasting machine	Пыль, шум, вибрация / Dust, noise, vibration
4	Упрочняющий обжиг сырых окатышей / Strengthening firing of raw pellets	Микроклиматические условия, шум, пыль, химические вещества / Hot microclimate, noise, dust, chemicals
5	Сортировка обожженных окатышей / Sorting of fired pellets	Шум, пыль / Noise, dust
6	Складирование и отгрузка продукции / Warehousing and shipment of products	Пыль, шум, микроклимат / Dust, noise, microclimate

⁶ Информационная система оценки профессионального риска для здоровья работников основных профессий горнорудного производства: Методические рекомендации по применению медицинской технологии / Д.В. Суржиков, А.М. Олещенко, В.В. Кислицына [и др.]. Новокузнецк: Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН, 2019. 17 с.

⁷ Профессиональные риски репродуктивному здоровью работников, занятых обогащением руд цветных металлов / М.К. Гайнуллина, Л.К. Каримова, Э.Р. Шайхлисламова [и др.]. Уфа: ООО «Альфареклама», 2018. 194 с.

⁸ Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 142 с.

⁹ Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 24 с.

оборудования – шум, вибрация, пыль; 2) свойства исходных и конечных материалов – пыль различного вещественного состава – концентрата железорудного, бентонитового порошка, шихты, цемента, готового продукта; 3) химические компоненты в составе флюсоупрочняющей смеси и сырых окатышей – при ведении обжига последних; 4) использование высокой температуры для обжига при окомковании шихты – неблагоприятный микроклимат, вредные газы, пыль; 5) расположение отдельного технологического оборудования на открытых площадках – пыль, микроклимат, шум.

Как видно из таблицы, практически на всех этапах технологического процесса факторами риска здоровью работников являются: шум и пылевой фактор, при отдельных процессах – неблагоприятный микроклимат, химические вредные вещества, реже – вибрация.

Для характеристики условий труда работников обследованного объекта и установления степени гигиенической опасности (безопасности) выполняемого технологического процесса нами был проведен анализ имеющихся на предприятии карт СОУТ и данных производственного контроля за 2 года, осуществляемого ведомственной службой комбината. Выполнены собственные выборочные замеры параметров микроклимата.

Полученные материалы позволили осуществить предварительный этап гигиенической оценки профессионального риска вреда здоровью каждой профессиональной группы и установить априорный (предварительный) уровень вероятности нарушения профессионального здоровья согласно параметрам действующих факторов рабочей среды. Приняты следующие категории профессионального риска в сопоставлении с классом условий труда: риск отсутствует или является пренебрежимо малым (переносимым) при наличии у профессий условий труда 1-го и 2-го класса; малый (умеренный) риск создает наличие класса 3.1 условий труда; средний – класса 3.2; высокий (переносимый) риск – класса 3.3; очень высокий (не переносимый) риск – класса 3.4.

При гигиенической оценке условий труда рабочих основных профессий прежде всего нами оценивались фактические уровни каждого из вредных химических веществ, но также рассматривался коэффициент сочетанного действия для химических веществ, обладающих односторонним действием на организм работников. К комбинациям веществ с односторонним механизмом действием были отнесены: вещества, опасные для развития острого отравления: азота оксиды; углерода оксид (подгруппа веществ с остронаправленным механизмом действия); азота оксиды и серы диоксид (подгруппа веществ раздражающего действия); вещества, опасные для репродуктивного здоровья человека: марганец в сварочных аэрозолях; хром (VI) триоксид.

Подавляющее число работников ряда профессий фабрики окомкования трудились при параметрах производственных факторов: шума, пыли, вредных веществ в воздухе рабочей зоны, микроклимата, вибрации, освещения – соответствующих допустимым (2-й класс условий труда). К таким профессиям были отнесены: дозировщик, дробильщик, машинист мельниц, машинист конвейера, машинист окомкователя, машинист рудоусреднительной машины, машинист экскаватора, бункеровщик, слесарь-ремонтник,

электромонтер. Соответственно условия труда перечисленных профессий отнесены к категории априорного риска «пренебрежимо малый».

Вместе с тем результаты гигиенической оценки рабочих мест отдельных профессий указывали на неблагоприятные параметры микроклимата. В частности, в условиях нагревающего микроклимата в цехе обжига № 1 выполняют производственные операции агломератчик (класс вредности условий труда в летний период – 3.3); горновой на агломерации и обжиге (класс 3.4); бункеровщик в цехе обожженных окатышей (класс 3.3).

Для уточнения класса вредности условий труда агломератчиков, горновых на агломерации и обжиге, машиниста эксгаустера нами выполнен расчет тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса) с учетом составляющих компонентов микроклимата и теплового излучения. Согласно полученным результатам, среднесменная величина ТНС-индекса для категории работ Па и Пб соответствовала классу 3.3 вредности. Средняя величина интенсивности теплового излучения за период облучения (1,35 часа) для горновых на агломерации и обжиге составила 356,2 Вт/м² при ПДУ 140 Вт/м².

Анализ результатов замеров производственных факторов, по данным производственного контроля, свидетельствовал о наличии априорного риска малой, средней и реже – высокой категории. Вредные производственные факторы, способные обусловить нарушение здоровья человека, обозначены как факторы риска. К таким факторам отнесены: шум; пыль сложного состава; дискомфортный микроклимат (температура, тепловое излучение либо охлаждающий микроклимат); вредные химические вещества (серы диоксид – на единичных рабочих местах, чаще – сочетанное действие веществ, обладающих раздражающим действием: серы диоксида и оксидов азота; у электрогазосварщика – вещества, опасные для репродуктивного здоровья (оксиды марганца и хрома)).

На основании обобщения полученных материалов и собственных выборочных замеров параметров микроклимата (для характеристики условий труда по тепловой нагрузке среды и тепловому излучению) проведена гигиеническая оценка условий труда и определен уровень априорного риска у основных и вспомогательных профессий.

Шум являлся наиболее приоритетным фактором риска для ряда профессий. Так, на рабочих местах машинистов конвейеров, агломератчиков и горновых на агломерации и обжиге доля замеров шума класса 3.2 соответственно составила 14,8 и 9,25 %. Профессиями риска по шуму также следует признать машинистов конвейеров, агломератчиков и горновых на агломерации и обжиге (11,5 и 9,8 % замеров класса 3.1 вредности соответственно). К профессиям риска по нагревающему микроклимату следует отнести горнового на агломерации и обжиге, машиниста эксгаустера; по химическому фактору – агломератчиков и горновых на агломерации и обжиге цеха обжига, машинистов конвейеров цеха обожженных окатышей и электрогазосварщика цеха шихтоподготовки (доля замеров класса 3.1 вредности соответственно составила 11,4, 11,4; 3,8, 1,9 %).

В цехе обжига № 2 и цехе обожженных окатышей оценка условий труда работников проведена только по данным наших измерений и расчетов, на основе которых было установлено, что в цехе

обжига № 2 на отдельных рабочих местах агломератчиков обжиговых машин регистрировалось превышение концентрации пыли (класс 3.1), уровня шума (классы 3.1 и 3.2), серы диоксида (класс 3.1), а также суммы вредных химических веществ раздражающего действия (классы 3.1 и 3.2 по превышению величины ПДК).

На рабочих местах и в зоне обслуживания участков горновых на агломерации и обжиге было установлено превышение ПДК пыли (класс 3.1), ПДУ шума (классы 3.1 и 3.2), ПДК серы диоксида (класс 3.1) и суммы вредных химических веществ раздражающего действия (классы 3.1 и 3.2).

Превышение допустимых величин температуры воздуха в зоне работы агломератчиков и горновых на агломерации и обжиге обусловило необходимость проведения расчета среднесменной тепловой нагрузки. Среднесменная величина ТНС-индекса для категории работ Па составила 26,9 °С, Пб – 26,1 °С при допустимом уровне 25,1 и 23,9 °С соответственно. Тем самым условия труда оцениваются как 3.3 класс вредности. Средняя величина интенсивности теплового излучения за период облучения (1,35 часа) составила 356,2 °Вт/м², что выше ПДУ (140 Вт/м²). Полученные результаты позволяют обосновать рекомендации по защите указанных профессий от теплового излучения.

Машинист эксгаустера по результатам замеров производственных факторов выполняет работу при допустимых уровнях запыленности, шума, концентрации вредных химических веществ в зоне дыхания.

По данным замеров параметров микроклимата нами проведено определение среднесменной тепловой нагрузки по ТНС-индексу. Среднесменная величина ТНС-индекса для категории работ Па составила 26,6–27,0 °С, что выше допустимой (25,1 °С), и микроклиматические условия соответствуют классу 3.3 вредности. Уровни теплового излучения на производственных участках указанной профессии не выходят на границы рекомендуемых значений.

На рабочем месте машиниста окомкователя регистрировалось превышение ПДУ шума на 8 дБА (класс 3.2). Машинисты конвейеров также подвергаются воздействию охлаждающего микроклимата (класс 3.1) и шума (классы 3.1–3.2).

В цехе обожженных окатышей гигиеническая оценка условий труда дозирования горячего возврата показала повышенные уровни шума на рабочем месте (класс 3.1) при наличии благоприятных показателей иных факторов. На рабочих местах машинистов конвейеров уровни шума превышали ПДУ на 5–6 дБА, что соответствует классам 3.1–3.2 вредности. Замеры уровней производственных факторов (шум, вибрация, освещенность, параметры микроклимата, содержание вредных веществ в зоне дыхания) на рабочем месте бункеровщика свидетельствуют о малой их интенсивности, не превышающей уровней гигиенических нормативов. Однако в теплый период года температура воздушной среды в рабочих помещениях может достигать 28 °С, что превышает ПДУ.

Заключение. Гигиенический анализ технологического процесса получения железорудных окатышей на фабрике окомкования свидетельствует о наличии источников и условий формирования неблагоприятных производственных факторов, которые могут обусловить риск нарушения состояния здоровья работающих. Полученные материалы позволяют выделить приоритетные факторы риска

и обосновать выбор цехов, участков, рабочих мест конкретных профессий, где в первоочередном порядке требуется осуществить профилактические мероприятия по снижению уровня действующих факторов риска; использовать меры защиты временем (т. е. регулирование времени работы на участках с разным уровнем пылегазового загрязнения либо разработку наиболее оптимального профмаршрута для профессий, обслуживающих оборудование с повышенным уровнем шума, в целях приближения его среднего уровня за смену к рекомендуемой величине ПДУ).

В целях разработки и внедрения комплексных мер профилактики нарушений здоровья работающего населения целесообразно осуществлять эффективное взаимодействие и сотрудничество работодателей и работников государственных и негосударственных организаций при решении вопросов гигиены труда и техники безопасности.

Список литературы

1. Садыков М.Н., Отаров Е.Ж., Асенова Л.Х., Маканова У.К., Айтмагамбетов А.Р., Тьль Л.В. Оценка условий труда работников горнорудной промышленности // Медицина и экология, 2017. № 3 (84). С. 71–73.
2. Nowrouzi-Kia B, Sharma B, Dignard C, *et al.* Systematic review: Lost-time injuries in the US mining industry. *Occup Med (Lond)*. 2017;67(6):442–447. doi: 10.1093/occmed/kqx077
3. Stewart AG. Mining is bad for health: a voyage of discovery. *Environ Geochem Health*. 2020;42(4):1153–1165. doi: 10.1007/s10653-019-00367-7
4. Nowrouzi-Kia B, Gohar B, Casole J, *et al.* A systematic review of lost-time injuries in the global mining industry. *Work*. 2018;60(1):49–61. doi: 10.3233/WOR-182715
5. The Lancet Planetary Health. Mining the USA. *Lancet Planet Health*. 2018;2(8):e324. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30163-3
6. *Survey of Hearing Loss in the Coal Mining Industry*. DHEW (NIOSH) Publication No. 76–172, 1976.
7. Sun K, Azman AS. Evaluating hearing loss risks in the mining industry through MSHA citations. *J Occup Environ Hyg*. 2018;15(3):246–262. doi: 10.1080/15459624.2017.1412584
8. Tak S, Calvert MG. Hearing difficulty attributable to employment by industry and occupation: an analysis of the National Health Interview Survey – United States, 1997 to 2003. *J Occup Environ Med*. 2008;50(1):46–56. doi: 10.1097/JOM.0b013e3181579316
9. Захаренков В.В., Страшников Т.Н., Олешенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Профилактика профессиональной заболеваемости работников горнорудной промышленности // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2015. № 17. С. 151–153.
10. Романова Е.В. Профзаболеваемость работников горнодобывающих предприятий // Аллея науки. 2020. Т. 2. № 12 (51). С. 219–223.
11. Сааркоппель Л.М. Сравнительная оценка состояния здоровья рабочих горнорудной промышленности // Медицина труда и промышленная экология. 2007. № 12. С. 17–22.
12. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г. Гигиенические проблемы улучшения условий труда на горнодобывающих предприятиях // Горная промышленность. 2018. № 5 (141). С. 33–35. doi: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35
13. Абитаев Д.С., Ердесов Н.Ж., Жумалиев Б.С. и др. Профессиональные риски и состояние здоровья лиц, работающих в горнорудной промышленности центрального Казахстана // Медицина и экология. 2020. № 2(95). С. 41–45.

14. Токмачева О.А., Семейкин А.Ю. Разработка информационной системы управления профессиональными рисками в горнорудной промышленности Белгородской области // Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. В 4-х т. Т. 3. С. 345–348.
15. Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Головкова Н.П. и др. Обоснование платформы стандартов на основе оценки риска нарушения здоровья работников предприятий ведущих отраслей экономики // Медицина труда и промышленная экология. 2021. Т. 61. № 3. С. 155–160. doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-3-155-160
16. Абдурахимов Б.А., Аликулова Д.Я., Аvezова Г.С. Здоровье работающих горнорудной промышленности // European research: innovation in science, education and technology. Collection of scientific articles XL International scientific and practical conference: London, United Kingdom, May 7–8, 2018. London. 2018. С. 111–112.
17. Исхакова Д.Р., Терегулова З.С., Каримова Л.К., Алакаева Р.А., Таирова Э.И. Современные подходы к профилактике профессиональных заболеваний на предприятиях горнорудной промышленности // Бюллетень Восточно-Сибирского Научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2006. № 3 (49). С. 106–109.
18. Сааркоппель Л.М., Рушкевич О.П., Кирьяков В.А., Синева Е.Л., Казанцев Д.П. Профессиональный риск для здоровья рабочих горнорудной промышленности // Вестник Российской академии медицинских наук. 2005. № 3. С. 39–42.
19. Страшников Т.Н. Анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности работников основных профессиональных групп горнорудного предприятия // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 182.
20. Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей: Материалы I Международной научно-практической конференции, Пермь, 14–15 мая 2018 года / Под ред. Г.З. Файнбурга. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2018. 506 с.
8. Tak S, Calvert MG. Hearing difficulty attributable to employment by industry and occupation: an analysis of the National Health Interview Survey – United States, 1997 to 2003. *J Occup Environ Med.* 2008;50(1):46–56. doi: 10.1097/JOM.0b013e3181579316
9. Zakharenkov VV, Strashnikova TN, Oleshchenko AM, Surzhikov DV, Kislitsyna VV, Korsakova TG. [Occupational disease prevention in mining industry workers.] *Vestnik Rossiyskoy Akademii Estestvennykh Nauk. Zapadno-Sibirskoe Otdelenie.* 2015;(17):151–153. (In Russ.)
10. Romanova EV. [Occupational diseases in miners.] *Alleya Nauki.* 2020; 2(12(51)). (In Russ.) Accessed August 24, 2021. https://alley-science.ru/domains_data/files/3December2020/PROFZABOLEVAEMOST%20RABOTNIKOV%20GORNO
11. Saarkoppel LM. Comparative evaluation of health state in workers of metal mining industry. *Meditcina Truda i Promyshlennaya Ekologiya.* 2007;(12):17–22. (In Russ.)
12. Bukhtiyarov IV, Chebotarev AG. [Hygienic problems of improving working conditions in the mining industry.] *Gornaya Promyshlennost'.* 2018;(5(141)):33–35. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35
13. Abitayev DS, Yerdesev NZH, Zhumaliyev BS, et al. Occupational risks and health status of persons working in the mining industry of Central Kazakhstan. *Meditcina i Ekologiya.* 2020;(2(95)):41–45. (In Russ.)
14. Tokmacheva OA, Semeykin AYU. [Development of an information system for occupational risk management in the mining industry of the Belgorod region.] In: *Youth and Scientific and Technical Progress: Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists.* 2018;3:345–348. (In Russ.)
15. Bukhtiyarov IV, Kuzmina LP, Golovkova NP, et al. Justification of the platform of standards based on the risk's assessment to health employees disorders of the leading sector's enterprises of the economy. *Meditcina Truda i Promyshlennaya Ekologiya.* 2021;61(3):155–160. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-3-155-160
16. Abdurakhimov BA, Alikulova DYa, Avezova GS. [Health of workers in the mining industry.] In: *European Research: Innovation in Science, Education and Technology: Collection of scientific articles of the XL International scientific and practical conference: London, United Kingdom, May 7–8, 2018.* London, 2018:111–112.

References

1. Sadykov MN, Otarov YeZh, Asenova LKh, Makanova UK, Aitmagambetov AR, Tyl LV. Hygienic assessment of employees of mining and ore industry. *Meditcina i Ekologiya.* 2017;(3(84)):71–73. (In Russ.)
2. Nowrouzi-Kia B, Sharma B, Dignard C, et al. Systematic review: Lost-time injuries in the US mining industry. *Occup Med (Lond).* 2017;67(6):442–447. doi: 10.1093/occmed/kqx077
3. Stewart AG. Mining is bad for health: a voyage of discovery. *Environ Geochem Health.* 2020;42(4):1153–1165. doi: 10.1007/s10653-019-00367-7
4. Nowrouzi-Kia B, Gohar B, Casole J, et al. A systematic review of lost-time injuries in the global mining industry. *Work.* 2018;60(1):49–61. doi: 10.3233/WOR-182715
5. The Lancet Planetary Health. Mining the USA. *Lancet Planet Health.* 2018;2(8):e324. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30163-3
6. *Survey of Hearing Loss in the Coal Mining Industry.* DHEW (NIOSH) Publication No. 76–172, 1976.
7. Sun K, Azman AS. Evaluating hearing loss risks in the mining industry through MSHA citations. *J Occup Environ Hyg.* 2018;15(3):246–262. doi: 10.1080/15459624.2017.1412584



Необходимые меры безопасности при работе с пестицидами в сельском хозяйстве

Л.И. Липкина, А.В. Ильницкая, О.В. Артемова,
Л.С. Тарасова, Е.Н. Михеева, Г.В. Масальцев

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
ул. Семашко, д. 2, Московская обл., г.п. Мытищи, 141014, Российская Федерация

Резюме

Введение. Пестициды как биологически активные вещества при применении могут представлять опасность для здоровья работающих с ними, вызывать острые и хронические профессиональные отравления (заболевания). С пестицидами возможен контакт не только работающих в сельском хозяйстве, но также больших масс населения при применении их в личном подсобном хозяйстве (ЛПХ). Различные технологии применения пестицидов (наземное штанговое опрыскивание полевых культур, вентиляционное опрыскивание садов, авиационный метод опрыскивания полей и лесов, обработка теплиц, протравливание семян, фумигация зерна и складов, приготовление и применение приманок), требуют дифференцированного подхода к мерам безопасности при работе с ними. Меры безопасности при работе с пестицидами, на протяжении ряда лет разрабатываемые ФБУН «ФНЦГ им. Эрисмана» Роспотребнадзора, с появлением новых видов препаративных форм и технологий, изменением нормативных документов требуют доработки.

Цель работы. Обосновать меры безопасности для работающих с пестицидами в условиях сельского хозяйства с учетом класса опасности препаратов, различных технологий и техники применения.

Материалы и методы. Были проанализированы нормативные и методические документы, данные собственных многолетних исследований, а также сведения, опубликованные в открытой печати по проблеме безопасного применения пестицидов в сельском хозяйстве.

Результаты. Предложены меры безопасного применения пестицидов с позиции гигиены труда на основе соблюдения гигиенических регламентов обрабатываемых культур и правил их применения с учетом состояния используемой техники. Рекомендованы меры по профилактике острых отравлений пестицидами сельскохозяйственных работников, фермеров и пользователей.

Заключение. Необходимо разработать более подробного документа обобщающего требования гигиены труда и безопасности пестицидов для всех условий и технологий их применения.

Ключевые слова: пестициды, сельское хозяйство, отравления, безопасность применения.

Для цитирования: Липкина Л.И., Ильницкая А.В., Артемова О.В., Тарасова Л.С., Михеева Е.Н., Масальцев Г.В. Необходимые меры безопасности при работе с пестицидами в сельском хозяйстве // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 21–25. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-21-25>

Сведения об авторах:

✉ **Липкина** Леонора Ильинична – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела гигиены труда; e-mail: lipkinali@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8984-4693>.

Ильницкая Александра Васильевна – профессор, д-р мед. наук, главный научный сотрудник отдела гигиены труда; e-mail: ilnitskayaav@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1540-9189>.

Артемова Ольга Валерьевна – младший научный сотрудник отдела гигиены труда; e-mail: artemovaov@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6686-2450>.

Тарасова Лилия Станиславовна – научный сотрудник отдела гигиены труда; e-mail: tarasovals@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1631-8008>.

Михеева Елена Николаевна – научный сотрудник отдела гигиены труда; e-mail: mikheevaen@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9633-5686>.

Масальцев Глеб Викторович – научный сотрудник отдела токсикологии и гигиены среды; e-mail: masaltsevgy@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1539-1633>.

Информация о вкладе авторов: Липкина Л.И. – сбор литературных данных, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Ильницкая А.В. – редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Артемова О.В. – написание текста, редактирование; Тарасова Л.С. – сбор и обработка материала, сбор литературных данных, написание текста; Михеева Е.Н. – написание текста, сбор и обработка материала; Масальцев Г.В. – сбор и обработка первичного материала.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликовано: 31.08.21

Necessary Safety Measures in the Use of Pesticides in Agriculture

Leonora I. Lipkina, Alexandra V. Ilnitskaya, Olga V. Artemova,
Liliya S. Tarasova, Elena N. Mikheeva, Gleb V. Masaltsev

F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene,
2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

Summary

Introduction. Pesticides as biologically active compounds posing potential hazard to worker's health may cause both acute and chronic occupational poisonings (diseases). Apart from the occupational setting, many people get exposed to pesticides during their use in personal subsidiary plots. Various pesticide application techniques, such as ground-based boom spraying of field crops, air blast spraying of gardens, aerial spraying of fields and forests, treatment of greenhouses, seed dressing, fumigation of grain and warehouses, preparation and application of baits, require a differentiated approach to precautionary measures. Safety use practices for pesticides developed by F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene in the past shall be revised to incorporate changes in formulations, techniques, and regulations.

Objective. To substantiate hazard-specific safety requirements for various pesticide application techniques and equipment in the agricultural industry.

Materials and methods. We analyzed regulatory documents and guidelines, results of our own long-term studies, and publicly available information on the safe use of pesticides in agriculture.

Results. Based on our findings, we suggest measures for the safe use of pesticides complying with appropriate regulations for the processed crops and application rules and taking into account conditions of the equipment used. We also provide recommendations for prevention of acute pesticide poisoning for agricultural workers, farmers and users from the standpoint of occupational health.

Conclusion. It is important to develop a profound document summarizing occupational safety and health requirements for all pesticide use practices.

Keywords: pesticides, agriculture, poisoning, safety of use for workers.

For citation: Lipkina LI, Il'nitskaya AV, Artemova OV, Tarasova LS, Mikheeva EN, Masaltsev GV. Necessary safety measures in the use of pesticides in agriculture. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):21–25. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-21-25>

Author information:

✉ Leonora I. Lipkina, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Occupational Health, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: lipkinali@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8984-4693>.

Alexandra V. Il'nitskaya, Dr. Sci. (Med.), Prof., Chief Researcher, Department of Occupational Health, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: ilnitskayaav@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1540-9189>.

Olga V. Artemova, Junior Researcher, Department of Occupational Health, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: artemovaov@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6686-2450>.

Liliya S. Tarasova, Researcher, Department of Occupational Health, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: tarasovals@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1631-8008>.

Elena N. Mikheeva, Researcher, Department of Occupational Health, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: mikheevaen@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9633-5686>.

Gleb V. Masaltsev, Researcher, Department of Toxicology and Environment Health, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: masaltsevgv@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1539-1633>.

Author contributions: Lipkina L.I. did a literature review, wrote and edited the manuscript; Il'nitskaya A.V. edited the manuscript; Artemova O.V. wrote and edited the manuscript; Tarasova L.S. collected and processed data, did a literature review, and wrote the manuscript; Mikheeva E.N. collected and processed data and wrote the manuscript; Masaltsev G.V. did primary data collection and processing; all authors contributed to the discussion and gave final approval of the version to be published.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Introduction. Pesticides are a special group of chemical compounds that are intentionally introduced into the environment and possess high biological activity at low exposure levels inducing disruption of the hormonal regulation mechanisms, affecting immunocompetent systems, and having potential long-term effects [1–3].

Agricultural application of more than 800 pesticides is permitted in Russia¹. In 2016, 60 thousand tons of plant protection chemicals were used in the country [4].

Apart from the occupational setting, many people are exposed to pesticides during their use in personal subsidiary plots (PSPs).

As biologically active compounds, pesticides can pose workers' health risk and cause both acute and chronic occupational poisonings (diseases) [1–7]. According to the International Labor Organization (ILO)², agriculture is one of the most hazardous of all economic sectors employing almost half of the global workforce (1.3 billion people); at the same time, up to 170 thousand agricultural workers die annually from occupational accidents and injuries associated with agricultural machinery, poisonings with pesticide and other related chemicals. Registration of accidents (injuries, acute and chronic poisonings), as well as occupational disease incidence among agricultural workers, both in our country and around the world, remain incomplete [2, 8].

Exposure to pesticides may occur through oral, dermal, and inhalation exposure routes. Oral exposure is usually accidental and associated with violation of safety measures in handling pesticides (e.g., eating or smoking while working, etc.). The inhalation exposure route is the most toxic and poses a real danger, especially for compounds with high inhalation toxicity. The dermal route is not less important: according to the results of our studies of over a hundred pesticide formulations used in mechanized processing of field and garden crops and in greenhouses, the dermal route

mainly determines the risk of adverse health effects of pesticide exposure. We established that the risk of dermal exposure was 1.5–4.7 times higher than that of the inhalation exposure route. This difference was less pronounced when using pre-sowing seed treatment and when applying pesticides in greenhouses and PSPs due to the presence of compounds in the breathing zone attributed to preparation of working solutions for seed treatment or by the use of knapsack sprayers [8, 9].

Of 103 reported cases of acute poisoning by fipronil-based spot-on solutions in the United States, 26 % were pest control operators tasked with premise termite treatment. The reasons for all poisonings included violations of instructions for safe use of pesticides, poor ventilation of premises, improper use of personal protective equipment (PPE), and high ambient temperatures [10].

The lack of coordination of plans for the use of pesticides in the fields among various land users, noted in almost 90 % of cases, may lead to poisonings in people indirectly exposed to pesticides only due to their drift outside the treated areas. Balan et al. [11] reported that the analysis of 310 cases of acute poisonings of agricultural workers showed that the reason for group poisonings of beet growers with 2,4-D-based herbicides in 76 % of cases and wine growers and gardeners with organophosphate pesticides (dimethoate, malathion) in 14.2 % of cases was a pesticide drift from neighboring grain crop fields treated with insecticides or herbicides [11].

In accordance with the Federal Law, the pesticide use in Russia is liable to state registration³ that permits production, usage, sale, transportation, storage, disposal, advertising, import, and export of a formulation. Federal Law No. 522-FZ, On amendments to the Federal Law on the safe handling of pesticides and agrochemicals, adopted on December 30, 2020, defines the powers of governmental authorities of the Russian Federation to exercise federal surveillance over implementation

¹ State Catalog of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use on the Territory of the Russian Federation. Moscow: Ministry of Agriculture of the Russian Federation; 2021.

² Labor protection in figures and facts. International Labour Organization. Accessed August 18, 2021. <https://www.ilo.org/global/lang-en/index.html>

³ Federal Law No. 109-FZ, On the safe handling of pesticides and agrochemicals.

of the legislation of the Russian Federation in the sphere of safe handling of pesticides and agrochemicals, rules for exercising control at border checkpoints, and aspects of international cooperation of the country on safe handling of pesticides and agrochemicals. Some provisions of the law are still being finalized by the government and will be adopted by separate regulations.

The issues of the safe use of pesticides are reflected in SP 2.2.3670–20 and SanPiN 2.1.3684–21^{4,5} developed within the framework of the Russian “regulatory guillotine”. It is unfortunate that occupational safety and health requirements for the pesticide use in the above documents are incomplete and disregard specifics of various application techniques, which requires the development of guidelines supplementing the already existing ones.

Objective. Our objective was to substantiate hazard-specific safety requirements for various pesticide application techniques and equipment in the agricultural industry.

Materials and methods. We used the results of numerous studies of inhalation and dermal exposures to pesticides conducted in 1996–2019 by F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor) within the framework of participation in governmental registration testing of pesticides using various techniques to conduct risk assessment in accordance with the Russian model for assessing risks of pesticides⁶. We also evaluated all studied formulations according to the current classification of pesticides⁷ and analyzed publicly available information devoted to the safe use of pesticides in agriculture [1–7, 10–15, 17–19, 21].

Results. According to Federal Law No. 109-FZ, all pesticides recommended for use in the Russian Federation are liable to registration tests including human health risk assessment. The hazard class of a pesticide governs its application. In terms of toxicity, pesticides are divided into four hazard classes (1 – extremely hazardous, 2 – highly hazardous, 3 – moderately hazardous, and 4 – slightly hazardous). The use of hazard class 1 pesticides is limited to cases of extreme necessity under specific conditions, e.g. fumigants used for quarantine-related purposes. Hazard class 2 pesticides, if necessary, may be used only by professional pest control operators or under their supervision, or by specially trained individuals. The majority of pesticide formulations recommended for use in agriculture are hazard class 3 products. The use of pesticides by the general population is limited to the least dangerous formulations (hazard classes 3 and 4), which are allowed for sale in specialized stores and/or departments only. Small businesses engaged in small packaging of pesticides included in the State Catalog must fall in line with the regulatory and technical documentation for this process in the prescribed manner.

The pesticides intended for use in agriculture and PSPs shall have original packaging and appropriate labels indicating the hazard class, warnings about potential adverse health effects such as acute toxicity, possible irritation of the skin and mucous membranes,

and long-term effects (teratogenicity, carcinogenicity, etc.), instructions for use including application rates and frequency and restricted-entry intervals, reference to safety regulations, and the necessity to use PPE according to Federal Law No. 109-FZ from July 19, 1997, *On the safe handling of pesticides and agrochemicals*, and SP 2.2.3670–20, *Sanitary and epidemiological requirements for working conditions*.

Responsible compliance with safety requirements specified on the product label significantly reduces the risk of acute and chronic intoxication with pesticides. Yet, the experience shows that failure to comply with instructions for safe use of pesticides causes poisonings and even death of pesticide users [8, 11–15].

Various techniques of application of pesticides (terrestrial boom-spraying of field crops, air blast spraying of gardens, aerial spraying of fields and forests, greenhouse treatment, seed treatment, fumigation of grain and warehouses, preparation and application of baits) require a differentiated approach to the development of safety measures [9, 16].

Safety measures are based on:

- the use of the least dangerous forms of pesticides such as aqueous solutions, suspensions, and emulsions. Wettable powder formulations posing the highest risk of inhalation exposure during preparation of working solutions today are packaged in water-soluble bags preventing their becoming airborne;

- the use of modern spraying techniques allowing for ground tractor (boom and air blast) and aviation spraying with the minimal formulation loss;

- the use of modern agricultural equipment (tractors, airplanes, helicopters) with improved pressurized air-conditioned cabins preventing the ingress of pesticides into the workplace air of operators;

- creation of highly automated plants for pre-sowing treatment of seeds with effective general and local exhaust ventilation systems, automated packing, loading, and unloading of treated seeds;

- careful selection of effective personal protective equipment (PPE) to protect the respiratory system and skin, and

- awareness raising on potential adverse health effects and their prevention among pesticide users.

Safety in the use of pesticides is majorly determined by the machinery. According to the research conducted by Kleffmann-Kynetec, 54 % of all tractors used in the Russian agricultural sector were assembled by Minsk Tractor Works (MTZ), Republic of Belarus, 37 % – by *Kirovets* St. Petersburg tractor factory (PTZ), Russian Federation, and 21 % – by John Deere, USA. The most popular tractor models, particularly in individual farms, are MTZ-82 and PTZ–*Kirovets* K-744; in agricultural holdings – John Deere 6195M [17, 18].

The most common agrochemical trailed sprayers OP–2500 *Argo* and OP–3000 *Bulgar* match the above-mentioned machinery very well, especially the MTZ-82 tractor. Equipping spraying equipment with precision farming tools, such as GPS agricultural navigators/GLONASS Commanders, TeeJet on-board automated guidance systems for crop sprayers, allows for real-time monitoring during pesticide application to large areas, control of the number of field applications and

⁴ Sanitary Regulations SP 2.2.3670–20, *Sanitary and epidemiological requirements for working conditions*. (In Russ.)

⁵ Sanitary Rules and Regulations SanPiN 2.1.3684–21, *Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of territories of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, ambient air, soils, living quarters, maintenance of industrial and public premises, organization and implementation of sanitary and anti-epidemic (preventive) measures*. (In Russ.)

⁶ Guidelines MU 1.2.3017–12, *Risk assessment of occupational pesticide exposure*. (In Russ.)

⁷ Guidelines No. 2001/26, *Hazard-specific classification of pesticides*. (In Russ.)

conditions of sprayers, and alert in case of technological or technical malfunctions [17, 18].

In practice, the operator is sometimes forced to leave the tractor cab during pesticide application to clean clogged nozzles and faces the risk of high dermal exposure.

Despite all the success in agricultural machinery production, 70 % of the fleet consists of old, worn-out tractors with expired useful life and many farms lack sufficient machinery. On average, there are only three tractors per 1,000 hectares in Russia while in Canada, for instance, their number reaches 16⁸.

The use of outdated agricultural machinery may have an adverse effect on workers' health and performance. The absence of air conditioning is the reason for high temperatures in the cabin while poor tightness of the latter causes ingress and accumulation of pesticides on inner surfaces increasing the risk of inhalation and dermal exposures. High levels of noise and vibration may contribute to hearing loss and development of other diseases [19, 20]. The lack of machinery during the growing season causes a forced increase in the work shift duration, which must not exceed 6 hours, and elevates the risk of adverse health effects of work-related factors in tractor operators.

In vegetable gardening, the use of automated planting machines for wet pesticide treatment of potatoes with simultaneous planting of tubers in soil excludes the ingress of pesticides into the workplace air and minimizes dermal exposures of the tractor operator. However, the machinery misuse and installation of an additional workplace for a sower increase the risk of inhalation and dermal exposures to pesticides by 4–6 times and by 3–4 times, respectively [19].

Awareness raising among pesticide users is one of the most important components of primary prevention of adverse health effects of pesticides. Its main purpose is to provide basic knowledge of sanitary and hygienic requirements for working conditions and environmental protection, as well as measures of ensuring technical safety of production processes and technological operations with pesticides. The content and scope of training shall depend on the target audience (agronomists, farmers, population, etc.) and, in the least, include the following:

- general information about pesticides and their health effects, routes of exposure, accumulation of pesticides in the body and environmental objects, first signs of poisonings, and first aid measures;
- safety requirements for storage, transportation, and use; and
- requirements for personal protective equipment and workwear, their use and storage, personal hygiene.

A prerequisite for working with pesticides is compliance with the requirements for waste neutralization and disposal, labeling and use of a rational set of protective equipment preventing or limiting inhalation and dermal exposures.

The scientific basis for choosing PPE is based on data on the level of contamination of the working environment (workplace air, equipment, skin and clothing), the hazard class of the formulation, the pulmonary ventilation volume, i.e. the severity of the work performed, and the contact area of skin with contaminated surfaces.

When selecting respiratory PPE equipment, it is necessary to consider the nature and duration of the operations performed in addition to the pesticide's hazard class.

Types RPG-67 and RC-60 respirators with mark "A" cartridges and 3M respirators with pre-filters for pesticides are most effective when the risk of inhalation exposure to pesticides is the highest, i.e. when preparing working solutions of liquid formulations, filling of equipment, and performing other periodical operations lasting 10 to 15 minutes. When working with pesticides during a work shift (in the greenhouse, during chemical treatment), the prolonged use of the aforementioned PPEs (over 30 minutes) causes additional physical strain to workers. It is therefore advisable to use lighter respirators such as *Alina*, *Nechernozemie*, *Uralets*, and Y-2GP with "A" or "D" cartridges, etc. [21].

Fumigation that envisages application of the most toxic pesticides dictates the use of gas masks.

Prevention of dermal exposure to pesticides is based on the correct choice of workwear and hand and arm protection. The use of cotton clothes decreases the risk of skin contamination by 7 times; workwear made of composite materials (polyether and cotton, clothes with fluoroorganic impregnations, etc.) like *Expert* and *Agrochem* costumes ensure effective skin protection against pesticides. Rubberized cotton fabric suits securely protect the skin from exposure to aerosol pesticides, but prolonged work in such costumes increases air temperature and humidity in between skin and cloth causing sweating and promoting resorption of toxins through the skin. Protective clothing must be supplemented with armbands and an apron made of rubberized materials to protect the skin from dissolved pesticides during manual spraying of plants [21–25].

It is important to protect hands from direct contact with pesticides. It should be noted that the range of PPE offered for hand skin is limited and the most affordable choices include rubber gloves for industrial or technical use and latex gloves. The use of these gloves when working with pesticides is not always effective: according to our findings, pesticides are often detected in wipe samples from hand skin after use. Gloves made of neoprene and butyl rubber have demonstrated their effectiveness in protecting the hand skin of workers from direct contact with pesticides [16, 26].

Conclusions. The basis for sanitary surveillance in the application of pesticides from the standpoint of occupational health is the compliance with hygiene regulations (application rates, terms and conditions of use, and restricted-entry intervals), spheres (cultivated crops) and rules of application. The Annual State Catalog of Pesticides and Agrochemicals permitted for use in the Russian Federation shall include only those formulations, which usage has been approved by the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing.

To prevent acute poisonings among agricultural workers, farmers, and private gardeners, it is necessary to comply with the requirements for personal and public safety upon acquisition, storage, and use of potentially hazardous compounds. It is important to observe correct application periods, temperature and humidity, take into account wind speed and direction, and coordinate schedules of the pesticide use not only with the local Rospotrebnadzor authorities but also with neighboring land users.

It is advisable to develop guidelines summarizing measures for the safe use of pesticides under all conditions and application techniques to supplement the already existing ones in view of the newly adopted

⁸ Russian agricultural machinery: "strategic" development, export and production of components. *Nivy Rossii*. 2017;(7(151)). (In Russ.) Accessed August 18, 2021. <http://svetich.info/publikacii/agrohimija/tatjana-filidova-segodnja-otechestvennym.html>

SP 2.2.3670–20, *Sanitary and epidemiological requirements for working conditions*, and SanPiN 2.1.3684–21, *Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of territories of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, ambient air, soils, living quarters, maintenance of industrial and public premises, organization and implementation of sanitary and anti-epidemic (preventive) measures*.

References

- Bereznyak IV, Rakitskiy VN, Mikheeva EN, Yarygin IV. The risk to health of operators under application of pesticides in agriculture. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2017;61(4):185–190. (In Russ.) doi: 10.18821/0044-197X-2017-61-4-185-190
- Wesseling C, Corriols M, Bravo V. Acute pesticide poisoning and pesticide registration in Central America. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2005;207(2 Suppl):697–705. doi: 10.1016/j.taap.2005.03.033
- Rani L, Thapa K, Kanojia N, et al. An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. *J Clean Prod*. 2021;283:124657. doi: 10.1016/j.clepro.2020.124657
- Govorov DN, Zhivykh AV, Shabelnikova AA. Application of pesticides. Year 2016th. *Zashchita i Karantin Rasteniy*. 2017;(5):3–4. (In Russ.)
- Damalas CA, Eleftherohorinos IG. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int J Environ Res Public Health*. 2011;8(5):1402–1419. doi: 10.3390/ijerph8051402
- Mrema EJ, Ngowi AV, Kishinhi SS, Mamuya SH. Pesticide exposure and health problems among female horticulture workers in Tanzania. *Environ Health Insights*. 2017;11:1178630217715237. doi: 10.1177/1178630217715237
- Macharia I. Pesticides and health in vegetable production in Kenya. *Biomed Res Int*. 2015;2015:241516. doi: 10.1155/2015/241516
- Lipkina LI, Bereznyak IV, Ilnitskaya AV, Fedorova SG. [Pesticides and workers' health.] *Zashchita i Karantin Rasteniy*. 2001;(12):36–37. (In Russ.)
- Lipkina LI, Mikheeva EN, Bereznyak IV. Comparative evaluation of risk for operators in various technologies using fipronil-containing pesticides. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017;(2):11–15. (In Russ.)
- Lee SJ, Mulay P, Diebolt-Brown B, et al. Acute illnesses associated with exposure to fipronil-surveillance data from 11 states in the United States, 2001–2007. *Clin Toxicol (Phila)*. 2010;48(7):737–744. doi: 10.3109/15563650.2010.507548
- Balan GM, Kharchenko OA, Bubalo NN. Acute pesticide poisoning in agricultural workers in Ukraine in the context of new forms of management. *Mezhdunarodnyy Zhurnal Prikladnykh i Fundamental'nykh Issledovaniy*. 2013;(12):65–71. (In Russ.)
- Bhandari G, Atreya K, Yang X, Fan L, Geissen V. Factors affecting pesticide safety behaviour: The perceptions of Nepalese farmers and retailers. *Sci Total Environ*. 2018;631–632:1560–1571. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.144
- Garrigou A, Laurent C, Berthet A, et al. Critical review of the role of PPE in the prevention of risks related to agricultural pesticide use. *Saf Sci*. 2020;123:104527. doi: 10.1016/j.ssci.2019.104527
- Sharifzadeh MS, Abdollahzadeh G, Damalas CA, Rezaei R, Ahmadyousefi M. Determinants of pesticide safety behavior among Iranian rice farmers. *Sci Total Environ*. 2019;651(Pt 2):2953–2960. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.179
- Waichman AV, Eve E, da Silva Nina NC. Do farmers understand the information displayed on pesticide product labels? A key question to reduce pesticides exposure and risk of poisoning in the Brazilian Amazon. *Crop Prot*. 2007;26(4):576–583. doi: 10.1016/j.cropro.2006.05.011
- Ilnitskaya AV, Bereznyak IV, Lipkina LI, Fedorova SG. [Pesticide application in Russia and occupational safety. Issues of chemical safety and management of risk factors for population health.] In: *Scientific Works of F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene*. 2004;(14):126–127. (In Russ.)
- Revyakin EL, Krakhovetskiy NN. [Machines for Chemical Plant Protection in Innovative Technologies: Scientific Analytical Review.] Moscow: FGNU Rosinformagrotekh; 2010. (In Russ.)
- Koshkin F. [Agricultural machinery market in Russia.] *Zashchita Rasteniy*. 2021;(8(309)):18–20. Accessed August 18, 2021. <https://www.agrox.ru/gazeta-zashchita-rasteni/num475.html#literal93968>
- Bereznyak IV, Lipkina LI. Risk minimization in pesticide use. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2011;(4):49a. (In Russ.)
- Mac Crawford J, Hoppin JA, Alavanja MC, Blair A, Sandler DP, Kamel F. Hearing loss among licensed pesticide applicators in the agricultural health study running title: Hearing Loss among Licensed Pesticide Applicators. *J Occup Environ Med*. 2008;50(7):817–826. doi: 10.1097/JOM.0b013e31816a8caf
- Mironov LA, Egorova GI. [Urgent issues of the effective use of personal protective equipment when working with hazardous compounds.] In: *Ecological and Hygienic Problems of Preserving Health of Population. Nizhny Novgorod*; 1999:258–262. (In Russ.)
- Berni I, Menouni A, El Ghazi I, et al. Understanding farmers' safety behavior regarding pesticide use in Morocco. *Sustain Prod Consum*. 2021;25:471–83. doi: 10.1016/j.spc.2020.11.019
- Csiszár E, Borsa J, Rác I, Obendorf SK. Reduction in human exposure to pesticide using traditional work clothing fabrics with chemical finishing: carboxymethylation and starch. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1998;35(1):129–34. doi: 10.1007/s002449900359
- Gadrakhmanov FI, Fatkhutdinov RK, Tarasov LA. [New clothes for working with pesticides.] *Zashchita i Karantin Rasteniy*. 2005;(2):16–18. (In Russ.)
- Pavlovskaya AA. [On the issue of assessing the protective effectiveness of textile materials against pesticides.] In: *Labor Protection and Health of Workers in the Agro-Industrial Production of Russia*. Orel: VNIITSKH Publ.; 1993:180–184. (In Russ.)
- Novikova EP, Gushchina TV, et al. Study of the permeability of concentrated and working forms of pesticides through the material of protective gloves. In: *Occupational Safety and Health in the Use of Agrochemicals in Agriculture*. Orel: VNIITSKH Publ.; 1984:118–124. (In Russ.)



© Коллектив авторов, 2021

УДК 614.7

Гигиенические аспекты использования опресненной морской воды в питьевых и хозяйственно-бытовых целях. Обзор литературыО.О. Синицына¹, В.В. Турбинский¹, Т.М. Ряшенцева¹, Е.П. Лаврик²¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д. 2, Московская обл., г.п. Мытищи, 141014, Российская Федерация²Туапсинский филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» Роспотребнадзора, ул. Свободы, д. 3а, г. Туапсе, 352800, Российская Федерация**Резюме**

Введение. Неравномерность распространения источников пресной воды на суше побуждает искать способы ее приготовления опреснением морских соленых вод. В настоящее время исследованы гигиенические вопросы таких методов опреснения соленых вод, как дистилляция, обратный осмос, электродиализ, ионный обмен. Установлены гигиенические ограничения у разных способов опреснения воды, необходимые условия и дополнительные меры для обеспечения безопасности здоровья человека при использовании опресненной питьевой воды.

Цель – обобщить и систематизировать результаты научных исследований о характеристике различных способов опреснения морской воды для ее использования в питьевых и хозяйственно-бытовых целях.

Материалы и методы. Систематический обзор научных исследований осуществлен на русском и английском языках в базах данных PubMed и Web of Science. Авторы отобрали 40 исследований, содержащих эмпирическую оценку эффективности опреснения морской воды и приготовления воды питьевого качества, нормативно-методические документы отечественного санитарного законодательства. Результаты исследований систематизированы по основным методам опреснения.

Результаты и обсуждение. Исследование показало, что использование морской воды для приготовления воды в питьевых и хозяйственно-бытовых целях в мире находит все большее распространение. Получаемая из морской воды питьевая вода во всех случаях требует дополнительной обработки и мер по оптимизации минерального состава и защите от микроорганизмов.

Заключение. Актуальными вопросами обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения при использовании опресненной морской воды в питьевых и хозяйственно-бытовых целях являются: выбор источника, места водозабора, обеспеченного санитарной охраной от природного и техногенного загрязнения, обоснование адекватных составу морской воды и динамике ее состава способов и режимов предварительной подготовки исходной морской воды, основного опреснения и обеспечение безопасности продуктов деструкции и миграции токсичных веществ из реагентов и материалов конструкции опреснительных установок, дополнительное кондиционирование необходимыми элементами и обеззараживание приготовленной воды, а также охрана окружающей среды от загрязнения отходами опреснения вод.

Ключевые слова: морская вода, опреснение, методы опреснения, питьевая вода, продукты деструкции, кондиционирование.

Для цитирования: Синицына О.О., Турбинский В.В., Ряшенцева Т.М., Лаврик Е.П. Гигиенические аспекты использования опресненной морской воды в питьевых и хозяйственно-бытовых целях. Обзор литературы // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 26–32. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-26-32>

Сведения об авторах:

Синицына Оксана Олеговна – д-р мед. наук, проф., член-корреспондент РАН, заместитель директора по науке ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, директор Института комплексных проблем гигиены; e-mail: oxsin66@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0241-0690>.

✉ **Турбинский** Виктор Владиславович – д-р мед. наук, заведующий отделом гигиены питьевого водоснабжения и охраны водных объектов, главный научный сотрудник ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: turbinskijvv@ferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7668-9324>.

Ряшенцева Татьяна Максимовна – младший научный сотрудник отдела гигиены питьевого водоснабжения и охраны водных объектов ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: ry-tat-m@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0899-3505>.

Лаврик Евгений Петрович – главный врач Туапсинского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» Роспотребнадзора; e-mail: cross.tuapse@gmail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8150-2595>.

Информация о вкладе авторов: Синицына О.О. – формулирование концепции и дизайна исследования; Турбинский В.В. – сбор, анализ и интерпретацию данных, подготовка текста статьи; Ряшенцева Т.М. – сбор, анализ данных, подготовка текста статьи; Лаврик Е.П. – сбор информации и участие в анализе материалов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликована: 31.08.21

Hygienic Aspects of the Use of Desalinated Sea Water for Drinking and Household Purposes: A Literature ReviewOxana O. Sinitsyna,¹ Viktor V. Turbinsky,¹ Tatyana M. Ryashentseva,¹ Evgeny P. Lavrik²¹F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene,

2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

²Tuapse Branch Office of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnodar Krai,
3A Svobody Street, Tuapse, Krasnodar Krai, 352800, Russian Federation**Summary**

Background. Uneven distribution of fresh water sources on the land surface encourages a search for effective techniques of potable water preparation by desalination of seawater. Hygienic issues of such desalination methods as distillation, reverse osmosis, electrodialysis, and ion exchange have been investigated by now and appropriate limitations, requirements, and additional measures to ensure safety of desalinated drinking water have been established.

Objective. To summarize and systematize the results of studying characteristics of various methods of seawater desalination for its further use for drinking and household purposes.

Materials and methods. We conducted a systematic review of studies published in Russian and in English, found in the PubMed and Web of Science databases, and selected 40 literary sources containing an empirical assessment of effectiveness of seawater

ter desalination and preparation of drinking water. We also scrutinized regulatory documents and guidelines of domestic sanitary legislation. The research results were systematized by the main desalination methods.

Results and discussion. We established that the use of seawater for the preparation of fresh water for drinking and household purposes is becoming increasingly widespread around the world. Drinking water obtained from seawater, in all cases, requires additional treatment and measures to optimize its mineral composition and protect against microorganisms.

Conclusion. The main challenges of ensuring sanitary and epidemiological wellbeing of the population when using desalinated seawater for drinking and household purposes include selection of a source, arrangement of sites of water intake properly protected from natural and man-made pollution, substantiation of techniques and modes of preliminary preparation of source seawater adequate to its composition, basic desalination, ensuring safety of products of destruction and migration of toxic substances from reagents and materials of desalination plants, additional conditioning with the necessary elements and disinfection of the prepared water, as well as environmental protection from desalination waste.

Keywords: seawater, desalination, desalination techniques, drinking water, degradation products, conditioning.

For citation: Sinitsyna OO, Turbinsky VV, Ryashentseva TM, Lavrik EP. Hygienic aspects of the use of desalinated sea water for drinking and household purposes: A literature review. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):26–32. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-26-32>

Author information:

Oxana O. Sinitsyna, Dr. Sci. (Med.), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Science, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Director of the Institute of Complex Hygiene Problems; e-mail: oxsin66@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0241-0690>.

✉ Viktor V. Turbinsky, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Hygiene of Drinking Water Supply and Protection of Water Bodies, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: turbinskijv@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7668-9324>.

Tatyana M. Ryashentseva, Junior Researcher, Department of Hygiene of Drinking Water Supply and Protection of Water Bodies, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: ry-tat-m@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0899-3505>.

Evgeny P. Lavrik, Chief Physician, Tuapse Branch Office of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnodar Krai; e-mail: cross.tuapse@gmail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8150-2595>.

Author contributions: Sinitsyna O.O. developed the concept and design of the study; Turbinsky V.V. collected, analyzed and interpreted data and wrote the manuscript; Ryashentseva T.M. collected and analyzed data and wrote the manuscript; Lavrik E.P. collected information and participated in data analysis; all authors contributed to the discussion and gave final approval of the version to be published.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение. История опреснения морской воды методом нагрева и сбора пара-конденсата берет начало с Аристотеля (384–322 гг. до н.э.) [1]. Использование опресненной воды в питьевых и хозяйственно-бытовых целях не запрещено ни санитарно-эпидемиологическим, ни водным законодательством^{1,2,3,4}. Более того, такой метод водоподготовки рекомендован Всемирной организацией здравоохранения и широко используется в мире [2–4].

В Российской Федерации активное внедрение методов опреснения морской и солоноватых подземных вод проводилось в 70-е и 80-е годы прошлого века, когда и были разработаны методические документы санитарного законодательства в данном вопросе. Высокоминерализованные подземные воды и морская вода активно используются для приготовления воды питьевого качества и во многих странах, расположенных на морском побережье: Ближний Восток, север Африки, средиземноморский бассейн [5, 6].

Обращение в настоящее время к морской воде как источнику питьевого водоснабжения в России, обладающей в целом достаточными запасами пресной воды, обусловлено неравномерностью их распределения по территории и наличием регионов с выраженным дефицитом пресной воды. В первую очередь это касается засушливых территорий, а также полуострова Крым [7, 8].

В настоящее время применяются 5 методов опреснения морской воды [7]: дистилляция, или термическое опреснение; вымораживание; ионный обмен; электродиализ; обратный осмос.

Опреснение высокоминерализованных вод осуществляется разными способами, сопровождаемыми разными гигиеническими последствиями для водопользователей. Во-первых, это разная степень удаления минеральных и органических веществ и поэтому разные требования к исходной опресняемой воде. Во-вторых, это разное технологическое оснащение применяемого оборудования и возможность миграции загрязняющих веществ из его материалов и применяемых реагентов в опресненную воду. В-третьих, разная степень защищенности опресненной воды от микроорганизмов: как исходной воды, так и в результате вторичного загрязнения [8]. Одинаковая проблема для всех методов опреснения – это необходимость после опреснения добавлять кальций и фтор для обеспечения физиологической полноценности воды и придания необходимых органолептических (вкусовых) свойств^{5,6} [9], а также обезвреживание образующихся рассолов [10].

Цель. Обобщить и систематизировать результаты научных исследований о характеристике различных способов опреснения морской воды для использования в питьевых и хозяйственно-бытовых целях.

¹ Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ (последняя редакция). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481 (дата обращения: 31/05/2021).

² СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177> (дата обращения: 31/05/2021).

³ Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения: 31.05.2021).

⁴ Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 № 416-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/ (дата обращения: 31.05.2021).

⁵ МУ 2.1.4.1184–03 «Методические указания по внедрению и применению санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.1.4.1116–02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 63 с.

⁶ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ «О коррекции качества питьевой воды по содержанию биогенных элементов» № 5 от 11.07.2000.

Материалы и методы. Систематический обзор научных исследований осуществлен на русском и английском языках в базах данных PubMed и Web of Science. Авторы отобрали 40 исследований, содержащих эмпирическую оценку эффективности опреснения морской воды и приготовления воды питьевого качества, нормативно-методические документы отечественного санитарного законодательства. Результаты исследований систематизированы по основным методам опреснения.

Результаты. В условиях неравномерности распределения по территории страны источников пресной воды, особенностей климато-географических и гидрологических условий, роста хозяйственного освоения поверхностных вод суши, сопровождаемого их загрязнением и невозможностью использования для питьевого водоснабжения [11], использование морской воды для приготовления питьевой воды и в хозяйственно-бытовых целях в мире находит все большее распространение. Территория Российской Федерации омывается водами морей Северного ледовитого океана, Тихого океана, Черного, Азовского и Каспийского морей.

Опреснение вод осуществляется в соответствии с требованиями используемой технологии опреснения к источнику водоснабжения, включающими величину дебита (для подземных), уровень минерализации и состав исходной воды по химическим, радиологическим, микробиологическим и паразитологическим показателям.

В основу опреснения вод заложены три основных принципа:

1) испарение и конденсация паров воды при действии температуры;

2) сепарация молекул воды через полупроницаемую мембрану под влиянием давления, электрического поля;

3) ионный обмен на катионитах и анионитах.

Все способы имеют те или иные ограничения на использование. Это – ограничение состава морской воды по взвешенным веществам, загрязняющим веществам, микроорганизмам и радионуклидам. Механические частицы могут закупоривать отверстия и препятствовать фильтрации и проницаемости мембран. Для преодоления этих ограничений используют предпочтительные мероприятия (фильтрация, осаждение). Существенное влияние на эффективность опреснения оказывает исходный состав морской воды: ее соленость, соотношение ионов, влияющих на возможности способа отделить воду от солей [12–14].

Обратный осмос. Опреснение воды методом обратного осмоса при одноступенчатой технологии обратного осмоса позволяет опреснять воду с содержанием минеральных солей 6–7 г/л⁷. Метод обладает ограниченной способностью извлекать из морской воды бор и бром (соответственно 30–40 % и 80–90 %). Увеличение числа ступеней позволяет опреснять воду с содержанием до 20 и 35–40 г/л. Полупроницаемые мембраны установок обратного осмоса способны задерживать не только крупные органические молекулы – нефтепродукты (на 90–95 %), ПАВ (на 80–98 %), ПАУ (на 90–96 %), но и гидратированные молекулы свинца, железа и других неорганических веществ [15–17].

Высока барьерная роль обратного осмоса в отношении микроорганизмов (от 80 до 95 %),

что позволяет его использовать при количестве бактерий группы кишечной палочки от $1,5 \times 10^2$ до 4×10^5 КОЕ. Однако следует иметь в виду, что присутствие в морской воде ПАВ до 2 раз снижает барьерную роль мембран в отношении микроорганизмов.

Как и любой метод опреснения, обратный осмос требует предварительной обработки морской воды перед обратноосмотической установкой по устранению механических примесей и создания условий, предотвращающих отложения малорастворимых соединений на поверхности мембран.

Опресненная обратным осмосом вода требует мероприятий по восстановлению макро- и микроэлементного состава воды. И это служит одним из главных недостатков метода.

Со временем эксплуатации обратноосмотических установок из мембран в воду начинают вымываться незаполнившиеся мономеры, а также образуются пустоты (каверны), заполняемые органическим веществом, которое служит питательной средой для микроорганизмов и «вторичного» обсеменения очищенной воды.

Дистилляция. Основанный на температурной возгонке с последующим конденсацией водяного пара, дистилляционный метод опреснения является одним из наиболее используемых методов приготовления питьевой воды из морской [18]. Главным недостатком дистилляционных методов опреснения является накипеобразование на поверхностях теплообмена, а также высокая энергопотребность.

Метод дистилляции наиболее эффективен при опреснении высокоминерализованных вод с содержанием более 13–15 г/л.

Обработка морской воды на исходной стадии предусматривает предочистку – фильтрацию, осаждение, умягчение, деаэрацию, реагентную обработку.

Вода, опресненная методом дистилляции, содержит очень мало минеральных веществ. Вместе с тем в дистилляте может присутствовать ряд химических веществ, поступающих в него при возгонке с водяными парами (бром), при выщелачивании из конструкционных материалов (медь, железо, никель, кадмий и др.). Важное место в загрязнении готового продукта испарительных установок (дистиллята) могут занимать реагенты и полимеры, используемые в технологических или конструкционных материалах (гидрофобные теплоносители, теплообменные трубы, антикоррозионные покрытия, антيناкипины).

Дистилляция обладает высокой барьерной ролью в отношении загрязнения воды микроорганизмами и канцерогенными ПАУ. Однако на практике дистилляционное опреснение не является абсолютно надежным способом обеззараживания воды, поскольку возможны как подсос микробного загрязнения извне вследствие создания вакуума во внутреннем контуре опреснителей и в теплообменниках – конденсаторах, так и частичный занос микроорганизмов с водяным паром [19]. В результате, опресненная методом дистилляции вода должна обязательно обеззараживаться.

Особое место при коррекции солевого состава занимает обогащение дистиллята бикарбонатными солями кальция, что является важным фактором повышения вкусовых свойств воды, ее физиологической полноценности и стабильности.

⁷ МУ № 2261–80. Методические указания по санитарному контролю за применением и эксплуатацией обратноосмотических опреснительных установок. М., 1980.

Основное преимущество перед другими способами опреснения морской воды у дистилляции обусловлено ограниченным использованием полимеров и изменением изотопной структуры воды, исключая накопление «тяжелой воды» в дистилляте.

Электродиализ. Данный способ опреснения воды обеспечивают катионитовые и анионитовые мембраны в электрическом поле⁸. Его экономически оправдано использовать при деминерализации вод с содержанием солей от 1,5 до 15 г/л. Легче подвергаются опреснению хлоридные воды, значительно труднее опресняются воды сульфатного типа.

Помимо обессоливания, электродиализ задерживает нефтепродукты (на 50 %), ПАУ (на 50 %), ПАВ (на 50–60 %), фенолы (на 35 %).

Требования к исходной морской воде для использования электродиализного опреснения включают: взвешенные вещества до 2 мг/л, цветность до 20° платинокобальтовой шкалы, железо (общее) и марганец до 0,05 мг/л, окисляемость до 5 мг O₂/л. Поэтому при несоответствии исходной воды данным требованиям предусматривают ее предподготовку на специальных сооружениях.

Использование органических мембран, как и в случае обратного осмоса, сопряжено с вымыванием продуктов деструкции органических мембран и опасностью вторичного микробного загрязнения опресненной воды [20].

Ионный обмен. В основу метода ионного обмена положено последовательное фильтрование высокоминерализованной воды через катионит в Н-форме и через анионит в ОН-форме для обмена катионов и анионов воды на Н⁺ и ОН⁻ ионы ионообменных смол и, таким образом, опреснения. Опреснение методом ионного обмена экономически целесообразно при весьма ограниченной по минерализации воды — до 3 г/л. Другие требования к исходной воде включают: содержание взвешенных веществ до 8 мг/л, цветность воды до 30° по платиново-кобальтовой шкале, перманганатная окисляемость до 7 мг O₂/л, ХПК до 15 мг O₂/л.

Важное преимущество метода ионного обмена перед другими способами опреснения воды заключается в опреснении практически всей исходной воды, в то время как при других методах доля опресненной воды обычно не превышает 50 % от исходной. Метод ионного обмена является самым экономичным и единственным, позволяющим получать воду любой степени минерализации⁹.

К числу недостатков опреснения методом ионного обмена относятся, как и у других методов, использующих фильтрацию через полимерные материалы, вымывание органических (исходных мономеров и полупродуктов синтеза, продуктов деструкции, таких как фенол, стирол, формальдегид и др.) и неорганических (ионы металлов и др. соединений) веществ, возможность вторичного загрязнения опресненной воды микроорганизмами, засорившими анионит.

Обсуждение результатов. В настоящее время научно разработана методология применения

[21] и контроля опреснения вод¹⁰, нормирования биогенных элементов в воде [22–25]. Учитывая образования в результате опреснения минерализованных вод рассолов с высокой концентрацией минеральных веществ, необходимо предусматривать мероприятия по предотвращению их сброса в открытые водоемы и водоносные горизонты питьевого назначения [26, 27].

Принимая во внимание недостатки и преимущества разных способов приготовления питьевой воды из морской, можно отметить, что, наряду с собственно опреснением, отделением солей от воды, эффективность приготовления питьевой воды и ее безопасность определяются рядом дополнительных условий, как предшествующих опреснению, так и следующих после него [28].

Среди вопросов, решение которых важно для обеспечения качества питьевой воды, — обеспечение качества исходной воды, основанное прежде всего на санитарной охране мест водопользования от загрязнения сточными водами и с учетом природной динамики состава морской воды под влиянием водных организмов. Например, соленость морской воды Черного, Азовского морей существенно различается, составляя соответственно 18 и 7 промилле [29].

Гигиеническое изучение условий санитарной охраны мест водозабора позволит не только предотвратить загрязнение воды в источнике водоснабжения, но и обосновать ограничения для использования технологии опреснения, требования к их эффективности.

Использование морской воды для питьевого водоснабжения Крыма является вполне реализуемой задачей. Проработки этого вопроса показывают [30, 31], что такое решение в мире уже является обычной практикой [32, 33]. К примеру, в Израиле в 1999 г. обратный осмос был принят как ведущий метод опреснения солоноватой и морской воды [34]. Разработана новая энергоэффективная электродиализная система для непрерывного опреснения солоноватой воды [35]. Достижения в области мембранных материалов и процессов опреснения солоноватой воды [36] позволяют значительно расширить применение обратноосмотических и диализных способов опреснения [37], использовать возможности комбинированного опреснения [38]. Все шире используются гибридные способы очистки воды [39, 40].

Независимо от предложенного метода и способа опреснения морской воды Черного моря, отличающегося гидрологическими особенностями стратификации химического состава, до его внедрения необходимо прохождение санитарно-эпидемиологической экспертизы проекта строительства водоопреснительных сооружений при наличии результатов натурных исследования опресняемой воды (с привлечением специалистов по технологиям водоочистки). Введение в эксплуатацию построенных сооружений и принятие решения о допустимости водоснабжения населения такой водой в питьевых и хозяйственно-бытовых целях возможно только поле проведения лабораторных исследований опресняемой и опресненной воды

⁸ Методические указания по санитарному контролю за применением и эксплуатацией электродиализных опреснительных установок. Утверждены заместителем Главного государственного санитарного врача СССР В.Е. Ковшило 22 ноября 1985 г. № 4044-85.

⁹ Методические указания по санитарному надзору за применением и эксплуатацией ионообменных опреснительных установок в хозяйственно-питьевом водоснабжении № 4045-85. М.: Минздрав СССР, 1985.

¹⁰ Единые санитарно-эпидемиологических и гигиенических требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299 в рамках ЕАЭС.

в аккредитованной лаборатории по программе, которая может быть разработана во ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора.

Заключение. Использование методов опреснения морской воды для восполнения дефицита пресной воды в отдельных регионах Российской Федерации, прилегающих к морским водами, может стать эффективным средством обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и послужить действенной мерой достижения целей устойчивого развития. Вместе с тем особенности природного состава морских вод, их подверженность антропогенному загрязнению определяют широкий круг актуальных вопросов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. К вопросам безопасного для здоровья населения использования опресненной морской воды в питьевых и хозяйственно-бытовых целях относятся: выбор источника, места водозабора, обеспеченного санитарной охраной от природного и техногенного загрязнения, обоснование адекватных составу морской воды и динамике ее состава способов и режимов предварительной подготовки исходной морской воды, основного опреснения и обеспечения безопасности продуктов деструкции и миграции токсичных веществ из используемых реагентов и материалов конструкции опреснительных установок, дополнительное кондиционирование необходимыми элементами и обеззараживание приготовленной воды, а также охрана окружающей среды от загрязнения отходами опреснения вод. Организация централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с использованием в качестве источников водоснабжения морской воды в Российской Федерации имеет научно обоснованную методическую базу, основанную на глубоких экспериментальных и натурных исследованиях. Реализация централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения из морских источников водоснабжения должна послужить одним из элементов водной стратегии России. Обеспечение безопасности для здоровья населения при использовании опресненной морской воды в питьевых и хозяйственно-бытовых целях основано на научно обоснованном выборе: а) мест водозабора, имеющих защиту от природного и техногенного загрязнения; б) способов и режимов предварительной подготовки исходной морской воды; в) способа опреснения и используемых реагентов и материалов конструкции опреснительных установок, г) технологии дополнительного кондиционирования и обеззараживания приготовленной воды; д) способов охраны окружающей среды от загрязнения отходами опреснения вод.

Список литературы

- Desalination Experts Group. *Desalination in the GCC. The History, the Present & the Future*. 2nd ed. The Cooperation Council for the Arab States of the Gulf General Secretariat; 2014. Accessed August 25, 2021. <https://www.gcc-sg.org/en-us/CognitiveSources/DigitalLibrary/Lists/DigitalLibrary/Water%20and%20Electricity/1414489603.pdf>
- Guidelines for drinking-water quality – 4th ed. Geneva: World Health Organization; 2017 License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Ghiorghita CA, Mihai M. Recent developments in layer-by-layer assembled systems application in water purification. *Chemosphere*. 2020;270:129477. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.129477
- Katekar VP, Deshmukh SS. Techno-economic review of solar distillation systems: A closer look at the latest developments for commercialisation. *J Clean Prod*. 2021;294:126289. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126289
- Tawalbeh M, Al-Othman A, Abdelwahab N, Alami AH, Olabi AG. Recent developments in pressure retarded osmosis for desalination and power generation. *Renew Sustain Energy Rev*. 2021;138(C):110492. doi: 10.1016/j.rser.2020.110492
- Sözen S, Teksoy S, Papapetrou M. Assessment of institutional and policy conditions in Turkey: implications for the implementation of autonomous desalination systems. *Desalination*. 2008;220:441-454. doi: 10.1016/j.desal.2007.04.058
- Ивлева Г.А., Гусев Н.Н. Анализ мирового опыта и научно-технических разработок в области кондиционирования опресненных высокоминерализованных вод для питьевых целей. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 10. С. 162–170.
- Сигора Г.А., Ничкова Л.А., Хоменко Т.Ю. Выбор оптимальной системы опреснения морской воды для Крымского региона // Вестник современных технологий. 2017. № 4 (8). С. 48–55.
- Ляшевский В.И., Джапарова А.М. К проблеме опреснения морской воды в Крыму. Таврический вестник аграрной науки. 2015. № 1 (3). С. 63–68.
- Zhang H, Ma H, Liu S, Wang H, Sun Y, Qi D. Investigation on the operating characteristics of a pilot-scale adsorption desalination system. *Desalination*. 2020;473:114196. doi: 10.1016/j.desal.2019.114196
- Насонова О.Н., Гусев Е.М., Ковалев Е.Э., Шурхно Е.А. Глобальные оценки изменения составляющих водного баланса суши в связи с возможным изменением климата // Водные ресурсы. 2021. Т. 48. № 4. С. 361–367. doi: 10.31857/S0321059621040155
- Sharif S, Ahmad KS, Rehman F, Bhatti Z, Thebo KH. Two-dimensional graphene oxide based membranes for ionic and molecular separation: Current status and challenges. *J Environ Chem Eng*. 2021;9(4):105605. doi: 10.1016/j.jece.2021.105605
- Dayanandan N, Kapoor A, Sivaraman P. Studies on membrane distillation towards mitigating thermal pollution. *Chem Pap*. 2021;75:1-15. doi: 10.1007/s11696-021-01525-x
- Belgada A, Achiou B, Younssi SA, et al. Low-cost ceramic microfiltration membrane made from natural phosphate for pretreatment of raw seawater for desalination. *J Eur Ceram Soc*. 2021;41(2):1613-1621.
- Kugarajah V, Ojha AK, Ranjan S, et al. Future applications of electrospun nanofibers in pressure driven water treatment: A brief review and research update. *J Environ Chem Eng*. 2021;9(2). doi: 10.1016/j.jece.2021.105107
- Lior N, El-Nashar A, Sommariva C. Advanced instrumentation, measurement, control and automation (IMCA) in multistage flash (MSF) and reverse-osmosis (RO) water desalination. In: Lior N, ed. *Advances in Water Desalination*. Wiley, 2012:453-658.
- Boussouga Y-A, Richards BS, Schäfer AI. Renewable energy powered membrane technology: System resilience under solar irradiance fluctuations during the treatment of fluoride-rich natural waters by different nanofiltration/reverse osmosis membranes. *J Membr Sci*. 2021;617:118452. doi: 10.1016/j.memsci.2020.118452
- Pandelidis D, Chichoñ A, Pacak A, et al. Water desalination through the dewpoint evaporative system. *Energy Convers Manag*. 2021;229:113757. doi: 10.1016/j.enconman.2020.113757
- Laxman K, Myint MTZ, Al Abri M, Sathe P, Dobretsov S, Dutta J. Desalination and disinfection of inland brackish ground water in a capacitive deionization cell using nanoporous activated carbon cloth electrodes. *Desalination*. 2015;362:126-132.
- Сидоренко Г.И., Рахманин Ю.А., Никитина Ю.Н., Рожнов Г.И., Мельникова А.И. Санитарно-микробиологическая оценка электродиализного метода опреснения воды // Гигиена и санитария. 1978. № 11. С. 14–22.
- Рахманин Ю.А., Вахнин И.Г., Максин В.И. и др. Санитарно-технологические основы коррекции солевого состава опресненной воды гашенной известью // Гигиена и санитария. 1989. № 6. С. 66–69.

22. Рахманин Ю.А., Солохина Т.А., Меркурьева Р.В., Ершова К.П. Гигиеническая оценка полиамидных мембран ФЕНИЛОН-2С и формальдегидной смолы ВИАМ-Б, применяемых при обратноосмотическом опреснении воды // Гигиена и санитария. 1981. № 10. С. 19–22.
23. Сидоренко Г.И., Рахманин Ю.А., Рожнов Г.И. и др. Гигиеническая оценка опресненной воды для питьевого водоснабжения // Гигиена и санитария. 1974. № 10. С. 10–16.
24. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Севостьянова Е.М. Физиолого-гигиенические основы нормирования содержания биогенных элементов в воде // Экологический вестник России. 2008. № 5. С. 36–37.
25. Рахманин Ю.А., Кирьянова Л.Ф., Михайлова Р.И., Севостьянова Е.М. Кариес и фтор: роль водного фактора, проблемы и решения // Вестник Российской академии наук. 2001. Т. 71. № 6. С. 34.
26. Авчинников А.В., Беляева Н.Н., Рахманин Ю.А. Оценка гонадотоксического действия воды, кондиционированной импульсными разрядами // Гигиена и санитария. 2001. № 5. С. 17–20.
27. Байгазы Кызы Н. Экологические и гигиенические проблемы опреснения воды // Актуальные проблемы социально-гуманитарного и научно-технического знания. 2019. № 3 (19). С. 1–3.
28. Рахманин Ю.А., Кирьянова Л.Ф., Михайлова Р.И. Гигиеническая оценка водоочистных устройств // Методы оценки соответствия. 2010. № 1. С. 38–41.
29. Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н. Анализ метода определения солёности морских вод по измерениям температуры, скорости звука и давления. В книге: Моря России: методы, средства и результаты исследований: труды конференции, Севастополь, 24–28 сентября 2018 года. Севастополь: Морской гидрофизический институт РАН, 2018. С. 129.
30. Венчакова В.В., Бурнашов Л.Б. Сравнительная гигиеническая оценка современных методов опреснения воды. В книге: Мечниковские чтения-2020. Материалы 93-й Всероссийской научно-практической студенческой конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 29–30 апреля 2020 года. СПб.: Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, 2020. С. 234–235.
31. Кисель А.В. Опреснение морской воды Черного, Азовского и Каспийского морей методами мембранных технологий. Вестник науки. 2019. Т. 3. № 2 (11). С. 79–94.
32. Лешков И.И. Опреснение соленой воды. Colloquium-journal. 2019. № 22-1 (46). С. 52–53.
33. Магдыч Е.А., Ведищева О.В., Ворник О.В. Опреснение морской воды, как потенциальный источник водоснабжения республики Крым. Аллея науки. 2020. Т. 1. № 4 (43). С. 209–212.
34. Орловский Н.С., Зонн И.С. Водные ресурсы Израиля: опыт освоения. Проблемы постсоветского пространства. 2018. Т. 1. № 5. С. 8–36.
35. Chen QB, Wang J, Liu Y, Zhao J, Li P. Novel energy-efficient electrodialysis system for continuous brackish water desalination: Innovative stack configurations and optimal inflow modes. *Water Res.* 2020;179:115847.
36. Duong HC, Tran TL, Ansari AJ, Cao HT, Vu TD, Do KU. Advances in membrane materials and processes desalination of brackish water. *Curr Pollution Rep.* 2019;5:319–336. doi: 10.1007/s40726-019-00121-8
37. Glueckstern P, Priel M. Boron removal in brackish water desalination systems. *Desalination.* 2007;205(1-3):178–184. doi: 10.1016/j.desal.2006.02.054
38. Ахмедова Д.А., Амагалиев М.М. Энергосберегающая технология комбинированного опреснения морской воды. Энергосбережение и водоподготовка. 2011. Т. 5. № 65. С. 37–40.
39. Gao L, Liu G, Zamyadi A, Wang Q, Li M. Life-cycle cost analysis of a hybrid algae-based biological desalination – low pressure reverse osmosis system. *Water Res.* 2021;195: 116957. doi: 10.1016/j.watres.2021.116957
40. Falahieh M, Bonyadi M, Lashanizadegan A. A new hybrid desalination method based on the CO₂ gas hydrate and capacitive deionization processes. *Desalination.* 2021;502:114932. doi: 10.1016/j.desal.2021.114932

References

- Desalination Experts Group. *Desalination in the GCC. The History, the Present & the Future.* 2nd ed. The Cooperation Council for the Arab States of the Gulf General Secretariat; 2014. Accessed August 25, 2021. <https://www.gcc-sg.org/en-us/CognitiveSources/DigitalLibrary/Lists/DigitalLibrary/Water%20and%20Electricity/1414489603.pdf>
- Guidelines for drinking-water quality – 4th ed. Geneva: World Health Organization; 2017 License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Ghiorghita CA, Mihai M. Recent developments in layer-by-layer assembled systems application in water purification. *Chemosphere.* 2020;270:129477. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.129477
- Katekar VP, Deshmukh SS. Techno-economic review of solar distillation systems: A closer look at the latest developments for commercialisation. *J Clean Prod.* 2021;294:126289. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126289
- Tawalbeh M, Al-Othman A, Abdelwahab N, Alami AH, Olabi AG. Recent developments in pressure retarded osmosis for desalination and power generation. *Renew Sustain Energy Rev.* 2021;138(C):110492. doi: 10.1016/j.rser.2020.110492
- Sözen S, Teksoy S, Papapetrou M. Assessment of institutional and policy conditions in Turkey: implications for the implementation of autonomous desalination systems. *Desalination.* 2008;220:441–454. doi: 10.1016/j.desal.2007.04.058
- Ivleva GA, Gusev NN. [Analysis of world experience and scientific and technical developments in the field of conditioning of desalinated highly mineralized water for drinking purposes (applicable to mineral waters of Eastern Donbass).] *Gornyy Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten'.* 2011;(10):162–170. (In Russ.)
- Sigora GA, Nichkova LA, Khomenko TY. The choice of the optimal desalination systems of sea water for the Crimean Region. *Vestnik Sovremennykh Tekhnologiy.* 2017;(4(8)):48–55. (In Russ.)
- Lyashevskiy VI, Dzharparova AM. On the problem of desalination of sea water in Crimea. *Tavricheskiy Vestnik Agrarnoy Nauki.* 2015;(1(3)):63–68. (In Russ.)
- Zhang H, Ma H, Liu S, Wang H, Sun Y, Qi D. Investigation on the operating characteristics of a pilot-scale adsorption desalination system. *Desalination.* 2020;473:114196. doi: 10.1016/j.desal.2019.114196
- Nasonova ON, Gusev EM, Kovalev EE, Shurkhno EA. [Global estimates of changes in the components of the land water balance in connection with possible climate change.] *Vodnye Resursy.* 2021;48(4):361–377. (In Russ.) doi: 10.31857/S0321059621040155
- Sharif S, Ahmad KS, Rehman F, Bhatti Z, Thebo KH. Two-dimensional graphene oxide based membranes for ionic and molecular separation: Current status and challenges. *J Environ Chem Eng.* 2021;9(4):105605. doi: 10.1016/j.jece.2021.105605
- Dayanandan N, Kapoor A, Sivaraman P. Studies on membrane distillation towards mitigating thermal pollution. *Chem Pap.* 2021;75:1–15. doi: 10.1007/s11696-021-01525-x
- Belgada A, Achiou B, Younssi SA, et al. Low-cost ceramic microfiltration membrane made from natural phosphate for pretreatment of raw seawater for desalination. *J Eur Ceram Soc.* 2021;41(2):1613–1621.
- Kugarajah V, Ojha AK, Ranjan S, et al. Future applications of electrospun nanofibers in pressure driven water treatment: A brief review and research update. *J Environ Chem Eng.* 2021;9(2). doi: 10.1016/j.jece.2021.105107
- Lior N, El-Nashar A, Sommariva C. Advanced instrumentation, measurement, control and automation (IMCA) in multistage flash (MSF) and reverse-osmosis (RO) water desalination. In: Lior N, ed. *Advances in Water Desalination.* Wiley, 2012:453–658.
- Boussouga Y-A, Richards BS, Schäfer AI. Renewable energy powered membrane technology: System resilience under solar irradiance fluctuations during the

- treatment of fluoride-rich natural waters by different nanofiltration/reverse osmosis membranes. *J Membr Sci.* 2021;617:118452. doi: 10.1016/j.memsci.2020.118452
18. Pandelidis D, Chichoń A, Pacak A, et al. Water desalination through the dewpoint evaporative system. *Energy Convers Manag.* 2021;229:113757. doi: 10.1016/j.enconman.2020.113757
 19. Laxman K, Myint MTZ, Al Abri M, Sathe P, Dobretsov S, Dutta J. Desalination and disinfection of inland brackish ground water in a capacitive deionization cell using nanoporous activated carbon cloth electrodes. *Desalination.* 2015;362:126–132.
 20. Sidorenko GI, Rakhmanin YuA, Nikitina YuN, Rozhnov GI, Melnikova AI. [Sanitary and microbiological assessment of the electro dialysis method of water desalination.] *Gigiena i Sanitariya.* 1978;(11):14–22. (In Russ.)
 21. Rakhmanin YuA, Vakhnin IG, Maksin VI, et al. [Sanitary and technological bases of correction of the salt composition of desalinated water with slaked lime.] *Gigiena i Sanitariya.* 1989;(6):66–69. (In Russ.)
 22. Rakhmanin YuA, Solokhina TA, Merkuryeva RV, Yershova KP. [Hygienic assessment of polyamide membranes PHENYLON-2S and formaldehyde resin VIAM-B used in reverse osmotic desalination of water.] *Gigiena i Sanitariya.* 1981;(10):19–22. (In Russ.)
 23. Sidorenko GI, Rakhmanin YuA, Rozhnov GI, et al. [Hygienic assessment of desalinated water for drinking water supply.] *Gigiena i Sanitariya.* 1974;(10):10–16. (In Russ.)
 24. Rakhmanin YuA, Mikhaylova RI, Sevostyanova EM. [Physiological and hygienic bases of regulating the content of biogenic elements in water.] *Ekologicheskii Vestnik Rossii.* 2008;(5):36–37. (In Russ.)
 25. Rakhmanin YuA, Mikhaylova RI, Kiryanova LF, Sevostyanova EM. [Caries and fluorine: the role of the water factor, problems and solutions.] *Vestnik Rossiyskoy Akademii Nauk.* 2001;71(6):34–39. (In Russ.)
 26. Avchinnikov AV, Belyaeva NN, Rakhmanin YuA. [Assessment of the gonadotoxic effect of water conditioned by pulsed discharges.] *Gigiena i Sanitariya.* 2001;(5):17–20. (In Russ.)
 27. Baigazy kyzy N. [Ecological and hygienic problems of water desalination.] *Actual'nye Problemy Sotsialno-Gumanitarnogo i Nauchno-Tekhnicheskogo Znaniya.* 2019;(3(19)):1–3. (In Russ.)
 28. Rakhmanin YuA, Kiryanova LF, Mikhaylova RI. [Hygienic assessment of water treatment devices.] *Methody Otsenki Sootvetstviya.* 2010;(1):38–41. (In Russ.)
 29. Grekov AN, Grekov NA, Sychev EN. [Analysis of the method for determining the salinity of sea waters by measurements of temperature, sound velocity and pressure.] In: *The Seas of Russia: Methods, Means and Results of Studies: Proceedings of the Conference, Sevastopol, September 24–28, 2018.* Sevastopol: Marine Hydrophysical Institute RAS Publ., 2018:129. (In Russ.)
 30. Venchakova VV, Burnashov LB. [Comparative hygienic assessment of modern methods of water desalination.] In: *Mechnikov Readings—2020: Proceedings of the 93rd All-Russian Scientific and Practical Student Conference with international participation, Saint Petersburg, April 29–30, 2020.* St. Petersburg: North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov Publ., 2020:234–235. (In Russ.)
 31. Kisel AV. [Desalination of sea water of the Black, Azov and Caspian seas by membrane techniques.] *Vestnik Nauki.* 2019;3(2(11)):79–94. (In Russ.)
 32. Leshkov II. Salt water desalination. *Colloquium-Journal.* 2019; (22-1(46)):52–53. (In Russ.)
 33. Magdych EA, Vedishcheva OV, Vornik OV. [Desalination of sea water as a potential source of water supply in the Republic of Crimea.] *Alleya Nauki.* 2020;1(4(43)):209–212. (In Russ.)
 34. Orlovsky NS, Zonn IS. Water resources of Israel: Track record of the development. *Problemy Post-Sovetskogo Prostranstva.* 2018;5(1):8–36. (In Russ.) doi: 10.2475/2313-8920-2018-5-1-8-36
 35. Chen QB, Wang J, Liu Y, Zhao J, Li P. Novel energy-efficient electro dialysis system for continuous brackish water desalination: Innovative stack configurations and optimal inflow modes. *Water Res.* 2020;179:115847.
 36. Duong HC, Tran TL, Ansari AJ, Cao HT, Vu TD, Do KU. Advances in membrane materials and processes desalination of brackish water. *Curr Pollution Rep.* 2019;5:319–336. doi: 10.1007/s40726-019-00121-8
 37. Glueckstern P, Priel M. Boron removal in brackish water desalination systems. *Desalination.* 2007;205(1-3):178–184. doi: 10.1016/j.desal.2006.02.054
 38. Akhmedova DA, Amagaliev MM. Energy-saving technology of combined desalination of sea water. *Energoberezhenie i Vodopodgotovka.* 2011;(5(65)):37–40. (In Russ.)
 39. Gao L, Liu G, Zamyadi A, Wang Q, Li M. Life-cycle cost analysis of a hybrid algae-based biological desalination – low pressure reverse osmosis system. *Water Res.* 2021;195: 116957. doi: 10.1016/j.watres.2021.116957
 40. Falahieh M, Bonyadi M, Lashanizadegan A. A new hybrid desalination method based on the CO₂ gas hydrate and capacitive deionization processes. *Desalination.* 2021;502:114932. doi: 10.1016/j.desal.2021.114932



Сравнительная оценка качества аэрозольных фильтров для анализа загрязнений атмосферного воздуха

М.В. Егорова^{1,2}, В.В. Коротков³, А.С. Родионов¹, Е.В. Григорьева³, В.В. Гнездилова³

¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д. 2., Московская обл., г.п. Мытищи, 141014, Российская Федерация

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

³ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», ул. Гагарина, д. 60а, г. Липецк, 398002, Российская Федерация

Резюме

Введение. В состав атмосферных аэрозолей входит множество канцерогенных и токсичных веществ, значительную часть которых составляют тяжелые металлы. Согласно традиционному подходу, анализ на содержание металлов предвзвешивает стадии отбора воздуха на аэрозольные фильтры АФА, отсутствие регламентации уровней фонового содержания металлов в фильтрующем материале которых может ограничивать достоверный контроль некоторых элементов при анализе атмосферного воздуха. Способом повышения достоверности анализа может являться подбор фильтров с аналогичными технологическими параметрами.

Цель работы состояла в определении уровней загрязнения разных типов фильтров и практической проверке влияния этих загрязнений на результаты спектрального анализа при оценке содержания металлов - приоритетных загрязнителей в атмосферном воздухе крупного промышленного города.

Материалы и методы. В ходе работы произведен анализ неэкспонированных фильтров АФА-ХА 20 (N = 30) и Merck Millipore MF (N = 30) на содержание 13 металлов, определенных как критические в рамках Федерального проекта «Чистый воздух». Для оценки влияния загрязнения фильтров на ошибку анализа в натурном эксперименте произведен отбор проб на фильтры Merck Millipore MF на маршрутных постах г. Липецка. Анализ выполнен методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой с предварительной микроволновой минерализацией фильтров.

Результаты. Результаты подтверждают неоднократно получаемые данные по концентрациям элементов в неэкспонированных фильтрах АФА-ХА 20, а также наглядно указывают на существенно меньшее загрязнение неэкспонированных фильтров Millipore MF, изготавливаемых из смешанных эфиров целлюлозы.

Заключение. Опасность получения ложноположительных и ложноотрицательных результатов зависит от уровня и вариативности содержаний того или иного металла в фильтре, а традиционно применяемый для отбора атмосферных аэрозолей тип фильтров АФА сам по себе может вносить ошибку в результат анализа.

Ключевые слова: аэрозольные фильтры, атмосферный воздух, тяжелые металлы, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, спектрофотометрия.

Для цитирования: Егорова М.В., Коротков В.В., Родионов А.С., Григорьева Е.В., Гнездилова В.В. Сравнительная оценка качества аэрозольных фильтров для анализа загрязнений атмосферного воздуха // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 33–38. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-33-38>

Сведения об авторах:

✉ **Егорова** Марина Валентиновна – канд. биол. наук, старший научный сотрудник отдела аналитических методов контроля ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; доцент кафедры гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; e-mail: analyt1@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7452-9885>.

Коротков Владимир Викторович – зав. отделом санитарно-эпидемиологических экспертиз противозидемической деятельности и мониторинга ФБУЗ «ЦГиЭ в Липецкой области»; e-mail: korotkov_vv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2138-8094>.

Родионов Александр Сергеевич – младший научный сотрудник отдела аналитических методов контроля ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: rodionovas@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0552-0174>.

Григорьева Елена Васильевна – зав. лабораторным отделением по исследованию пищевых продуктов и физико-химических методов исследования ФБУЗ «ЦГиЭ в Липецкой области»; e-mail: grigoreva_ev@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8362-5409>.

Гнездилова Виктория Викторовна – зав. отделением по исследованию факторов внешней среды ФБУЗ «ЦГиЭ в Липецкой области»; e-mail: gnezdilova_vv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6997-3167>.

Информация о вкладе авторов: *Егорова М.В.* – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; *Родионов А.С.* – сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, сбор литературных данных; *Коротков В.В.* – курирование данных, ресурсы, анализ полученных данных; *Гнездилова В.В.* – формальный анализ, анализ полученных данных; *Григорьева Е.В.* – сбор и статистическая обработка данных.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликована: 31.08.21

Comparative Assessment of the Quality of Aerosol Filters for the Analysis of Ambient Air Pollution

Marina V. Egorova,^{1,2} Vladimir V. Korotkov,³ Alexander S. Rodionov,¹
Elena V. Grigorieva,³ Victoria V. Gnezdilova³

¹F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene,
2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

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

³Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region,
60a Gagarin Street, Lipetsk, 398002, Russian Federation

Summary

Introduction. Atmospheric aerosols contain many carcinogenic and toxic substances, a significant part of which is represented by heavy metals. Traditionally, metal analysis is preceded by air sampling on AFA-HA-20 filters; yet, the lack of

regulations on permitted background levels of trace elements in the filter material may limit reliability of measurements. Selection of filters with similar technological parameters can be a way to improve analytical accuracy.

Objective: To determine contamination of different types of filters and to establish its effect on the results of spectral analysis of airborne metal concentrations in a large industrial city.

Materials and methods: We analyzed unexposed AFA-HA-20 filters and Merck Millipore MF filters ($n = 30$ each) for the content of 13 heavy metals identified as priority pollutants within the Federal Clean Air Project. To assess the effect of filter contamination on the analytical error, air sampling was performed by exposing Merck Millipore MF filters at mobile monitoring stations in the city of Lipetsk. The filters were then analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry with prior microwave mineralization.

Results: Our findings confirm the repeatedly obtained data on metal contents in null AFA-HA-20 filters and indicate significantly lower levels of contamination of unexposed Millipore MF filters made of mixed cellulose ethers.

Conclusions: The risk of obtaining false positive and false negative results depends on the level and variability of the content of a particular trace metal in the filter. The AFA-HA-20 type of filters traditionally used for ambient air sampling may itself confound measurement result.

Keywords: aerosol filters, ambient air, heavy metals, inductively coupled plasma mass spectrometry, inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, spectrophotometry.

For citation: Egorova MV, Korotkov VV, Rodionov AS, Grigorieva EV, Gnezdilova VV. Comparative assessment of the quality of aerosol filters for the analysis of ambient air pollution. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):33–38. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-33-38>

Author information:

✉ Marina V. Egorova, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Department of Analytical Control Methods, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; Associate Professor of the Department of Hygiene of RMA of CPE of the MH of Russia; e-mail: analyt1@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7452-9885>.

Vladimir V. Korotkov, Deputy Head of the Department of Sanitary and Epidemiological Expertise of Anti-Epidemic Activity and Monitoring, Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region; e-mail: korotkov_vv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2138-8094>.

Alexander S. Rodionov, Junior Researcher, Department of Analytical Control Methods, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: rodionovas@ferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0552-0174>.

Elena V. Grigorieva, Head of the Laboratory Unit for Food Testing and Physicochemical Analysis, Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region; e-mail: grigoreva_ev@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8362-5409>.

Victoria V. Gnezdilova, Head of the Department for Analysis of Environmental Factors, Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region; e-mail: gnezdilova_vv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6997-3167>.

Author contributions: Egorova M.V. developed the research concept and design and wrote the manuscript; Rodionov A.S. collected, processed and analyzed data, wrote the manuscript, and did a literature review; Korotkov V.V. curated and analyzed data; Gnezdilova V.V. did formal analysis and analyzed collected data; Grigorieva E.V. collected and processed data; all authors contributed to the discussion and approved the final version of the article to be published.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение. Загрязнение атмосферного воздуха аэрозолями – самый мощный и постоянный фактор воздействия на биосферу [1]. Аэрозоли подразделяют на пары – мелкие частицы и агломераты, образующиеся в результате конденсации пара, дым – твердые и жидкие частицы, образующиеся при неполном сгорании вещества, пыль – твердые частицы, образующиеся механическим путем, спреи – жидкие аэрозоли с относительно крупными частицами, обычно производимыми механическими средствами и туманы – жидкие аэрозоли с более мелкими частицами, обычно производимые посредством конденсации или распыления [2]. Потенциально опасное воздействие всех типов аэрозолей реализуется в результате проглатывания, вдыхания или контакта с кожей, при этом вдыхание – путь воздействия, имеющий первостепенное значение при рассмотрении негативного влияния аэрозолей [3]. Содержание в воздухе токсичных и канцерогенных веществ – тяжелых металлов, различных полиароматических и легколетучих органических соединений, бензапирена и т. д. [4], присутствующих в атмосфере в виде аэрозолей, оказывает непосредственное влияние на продолжительность и качество жизни человека. Значительная часть токсичных веществ, входящих в состав атмосферных аэрозолей, приходится на долю тяжелых металлов. Токсический эффект тяжелых металлов основан на клеточных и химических механизмах воздействия на организм [5]. Клеточные механизмы токсичности тяжелых металлов заключаются в ферментотоксичном, мембранотропном воздействии и способности металлов влиять на процессы перекисного окисления липидов. Химическая составляющая токсического воздействия тяжелых металлов основана на их

способности вытеснять эссенциальные металлы из металлосодержащих комплексов и генерировать активные формы кислорода [6]. Оба механизма, как клеточный, так и химический, могут проявляться одновременно, вызывая патоморфологические изменения, токсическое, генотоксическое, аллергическое, эмбриотоксическое и мутагенное воздействие. Именно поэтому сегодня, согласно основным целям федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология», наиболее глубокому контролю подлежат даже малые концентрации тяжелых металлов, содержащиеся в пылегазовых выбросах.

Современная нормативно-методическая документация по методам контроля металлов в атмосферном воздухе предлагает использование атомно-абсорбционной спектроскопии с беспламенной атомизацией [7] и атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой [8] как наиболее экспрессных, чувствительных и селективных методов. Перспективно использование метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, характеризующейся наиболее низкими пределами обнаружения по сравнению с другими спектральными методами и мощными инструментами устранения мешающих влияний [9].

При стандартном подходе анализ атмосферных аэрозолей предваряют стадии отбора проб и пробоподготовки [10]. В качестве пробоотборной среды могут выступать различные аэрозольные фильтры: стекловолоконные, кварцевые, тефлоновые и мембранные [11]. Стекловолоконные, кварцевые и тефлоновые фильтры наиболее удобны для гравиметрического анализа пыли, однако наличие в структуре металлов препятствует их использованию для количественных исследований [12].

В методической документации, действующей на территории РФ, описывающей контроль воздушных аэрозолей, к применению рекомендованы аэрозольные фильтры АФА разных типов: АФА-ВП; АФА-БА; АФА-ХА; АФА-ХП. Фильтры АФА-ВП и АФА-ХП изготавливаются из перхлорвинила, ВП рекомендовано использовать для определения весовых концентраций аэрозолей, однако их применение для количественного анализа также возможно. Фильтры типа ХП применяются для количественного химического анализа после мокрого сжигания фильтра. Фильтры АФА-БА предназначены для определения концентраций бактериальных аэрозолей. Наиболее часто используются фильтры из перхлорвинила и мембранные фильтры, изготавливаемые из нитрата, ацетата целлюлозы или смешанных целлюлозных эфиров. Примером таких фильтров являются фильтры АФА-ВП и АФА-ХА, изготавливаемые в следующих типоразмерах: АФА-ВП-10, с площадью поверхности 10 см² и допустимой нагрузкой 70 дм³/мин, АФА-ВП 20 и АФА-ХА-20, с площадью поверхности 20 см² и допустимой нагрузкой 140 дм³/мин и АФА-ВП-40 и АФА-ХА-40 с площадью поверхности 40 см² и допустимой нагрузкой 280 дм³/мин. Однако, существенным недостатком описанных фильтров является отсутствие регламентации фоновых уровней содержания металлов в фильтрующем материале, что ставит под сомнение использование неэкспонированного фильтра в качестве холостой пробы. Еще более усложняет ситуацию выявленный значительный разброс (до 100 %) в содержании элементов даже в пределах одной партии, не позволяющий проводить измерения содержания многих элементов на уровнях, характерных для атмосферного воздуха.

Очевидным способом решения проблемы влияния фоновых загрязнений фильтроматериала на результат анализа является поиск аналогичных фильтров, изготавливаемых из смешанных эфиров целлюлозы, с меньшими уровнями естественной контаминации.

Цель настоящей работы состояла в определении загрязнения разных типов фильтров и практической проверке влияния этих загрязнений на результаты спектрального анализа при оценке содержания металлов – приоритетных загрязнителей в атмосферном воздухе крупного промышленного города.

В процессе исследования планировалось провести сравнительную оценку содержания металлов в двух типах фильтров после предварительного микроволнового разложения при анализе методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Влияние ошибки, вносимой загрязнением фильтра на результат анализа производилось при отборе натуральных проб на маршрутных постах г. Липецка.

Материалы и методы. При сравнении загрязнения неэкспонированного фильтроматериала были выбраны фильтры типа АФА-ХА 20 и альтернативный вариант – фильтры Millipore MF, изготавливаемые из смешанных эфиров целлюлозы, диаметром 37 мм, существующие в модификациях с различным размером пор – от 0,8 до 8,0 мкм, с допустимой нагрузкой 16 дм³/мин на см². Преимуществом данных фильтров является

декларируемый производителем низкий уровень фонового загрязнения, позволяющий, при соблюдении определенных условий, существенно понизить предел количественного определения многих металлов. Практичным коммерческим решением является поставка фильтров в виде мониторов для анализа аэрозолей, представляющих собой пластиковые пробоотборные «кассеты», предварительно собранные с фильтрами Millipore MF (смешанные эфиры целлюлозы). Конструкция «кассеты» состоит из трех частей, между которыми на целлюлозную опору помещается фильтр. Такая система позволяет избежать загрязнения фильтра при транспортировке и хранении и исключить использование аллонжа при отборе проб, так как сняв верхнюю часть «кассеты» возможно осуществлять открытый отбор аэрозолей.

Неэкспонированные фильтры анализировали на содержание 13 металлов (алюминия, сурьмы, хрома, кобальта, меди, железа, свинца, кадмия, магния, марганца, никеля, натрия и кальция). Выбор исследуемых элементов обусловлен перечнем приоритетных загрязнителей районов, определенных как критические в рамках федерального проекта «Чистый воздух» в большинстве крупных промышленных центров. Полученные результаты сравнивали с ретроспективными данными по содержанию железа в чистых фильтрах АФА-ХА 20, накопленными ФБУЗ «ЦГиЭ в Липецкой области». Исследование выполнено на 30 фильтрах типа АФА-ХА 20 и 30 фильтрах Merck Millipore MF методом квадрупольной масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) с использованием прибора Agilent 7800 ICP-MS [13].

Для оценки влияния загрязнения фильтров на ошибку анализа в натурном эксперименте произведен отбор проб на маршрутных постах г. Липецка. Пробы отбирались на фильтры Merck Millipore MF, по две пробы, двукратно в разные дни. Объем аспирированного воздуха при отборе на фильтры Merck составил 600 дм³ в соответствии с нормативно-методическим документом¹. Натурные пробы анализировались на базе лаборатории ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, в соответствии с методом², валидированным для определения алюминия, сурьмы, хрома, кобальта, меди, железа, свинца, кадмия, магния, марганца, никеля, натрия и кальция в атмосферном воздухе.

Пробоподготовка осуществлена методом минерализации с азотной кислотой [14, 15] при помощи системы микроволновой пробоподготовки МС-6 (НПФ «ВОЛЬТА», С.-Петербург). По окончании процесса пробоподготовки прозрачный минерализат переносили в полипропиленовые пробирки на 50 см³, доводили до метки деионизированной водой I класса чистоты и анализировали методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

Все этапы пробоподготовки, включая вскрытие пробоотборных «кассет», процедуры разбавления проб и приготовление стандартных растворов проведены в условиях «чистого рабочего места» [16, 17], свободного от следов анализируемых элементов. Лабораторная посуда подвергалась процедуре глубокой очистки [18, 19]. При проведении минерализации фильтров использованы реактивы квалификации ТМА (trace metal analysis).

¹ ГОСТ 17.2.3.01–86 «Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов».

² ГОСТ Р ИСО 30011–2017 «Воздух рабочей зоны. Определение содержания металлов и металлоидов в твердых частицах аэрозоля методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой».

При разбавлении образцов использована деионизированная вода I класса чистоты, приготовленная с помощью системы очистки и фильтрации воды проточного типа Merck Milli-Q Integral 5 [20].

Результаты. Обобщенные данные по результатам измерения содержания элементов в неэкспонированных фильтрах АФА-ХА 20 и Merck Millipore MF представлены на рисунке.

Результаты определения металлов – приоритетных загрязнителей в атмосферном воздухе г. Липецка, отобранном на фильтры Merck Millipore MF представлены в таблице.

Содержание элементов в воздухе рассчитано с учетом содержания металлов в неэкспонированных фильтрах.

Обсуждение результатов. Представленные результаты подтверждают неоднократно получаемые данные по концентрациям элементов в неэкспонированных фильтрах АФА-ХА 20, а также наглядно указывают на существенно меньшее загрязнение неэкспонированных фильтров Millipore MF, изготавливаемых из смешанных эфиров целлюлозы.

Использование фильтров Merck позволяет определять в атмосферном воздухе содержание

практически всех исследуемых металлов, за исключением кальция и натрия. Натрий вследствие высокого фоновое содержания невозможно достоверно определять даже при отборе на фильтры Merck Millipore MF. В то же время высокое содержание анализируемых элементов в сочетании с их большим разбросом в неэкспонированных фильтрах АФА-ХА 20 ограничивает их применение для контроля за содержанием меди, свинца, марганца, никеля и алюминия. Определение хрома, натрия и кальция, то есть элементов с высоким кларковым содержанием, вообще невозможно при использовании фильтров АФА-ХА 20.

Для уточнения результатов анализа натуральных проб, отобранных на разные типы фильтров, данные сравнивали с результатами, получаемыми при мониторинговых исследованиях качества атмосферного воздуха в ФБУЗ «ЦГиЭ в Липецкой области» для 6 элементов: свинца, железа, никеля, марганца, алюминия и хрома VI-валентного при отборе на фильтры АФА-ВП 20 на тех же маршрутных постах. Определение содержания свинца, железа, никеля, марганца и алюминия проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой

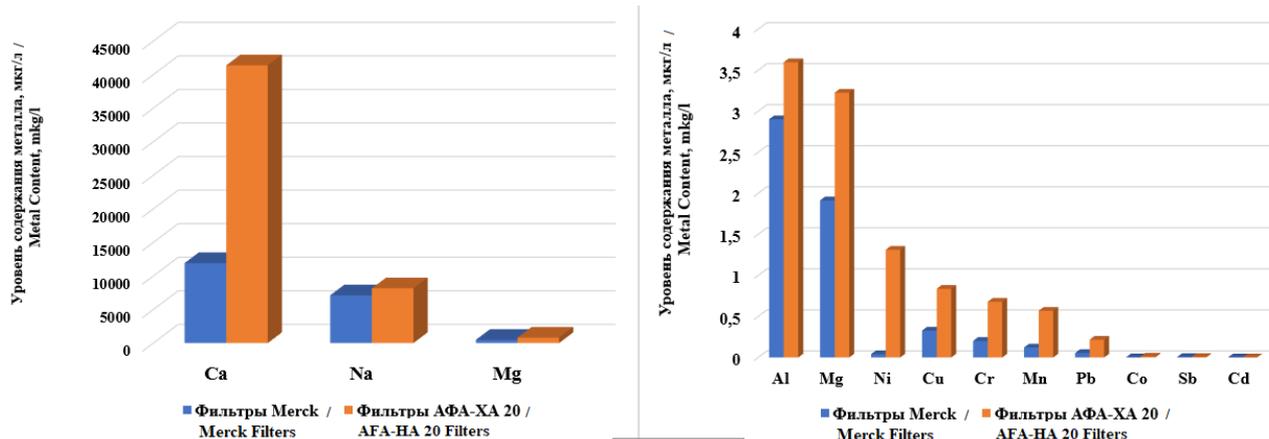


Рисунок. Сравнение уровней загрязнения в неэкспонированном фильтроматериале (ось Y – уровень содержания металла, мкг/л; ось X – определяемый элемент)

Figure. Comparison of contamination levels in unexposed filters (Y-axis: metal content, mg/L; X-axis: determined metals)

Таблица. Результаты определения содержания металлов в атмосферном воздухе г. Липецка при отборе на фильтры Merck
Table. Results of determining airborne metal concentrations in Lipetsk using Merck aerosol filters for sampling

Место отбора / Sampling site	Маршрутный пост № 1 / Mobile monitoring station No. 1		Маршрутный пост № 2 / Mobile monitoring station No. 2	
	1-1	1-2	2-1	2-2
Проба / Sample				
Определяемый элемент / Analyte	Содержание в воздухе, мг/м ³ / Airborne concentration, mg/m ³			
Натрий / Sodium	< 0,04*	< 0,04*	< 0,04*	< 0,04*
Магний / Magnesium	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*
Алюминий / Aluminum	< 0,004*	< 0,004*	< 0,004*	< 0,004*
Кальций / Calcium	< 0,08*	< 0,08*	< 0,08*	< 0,08*
Хром / Chromium	< 0,0003*	< 0,0003*	< 0,0003*	< 0,0003*
Марганец / Manganese	< 0,0002*	< 0,0002*	< 0,0002*	< 0,0002*
Железо / Iron	< 0,002*	0,007	< 0,002*	0,003
Кобальт / Cobalt	< 0,000003*	< 0,000003*	< 0,000003*	< 0,000003*
Никель / Nickel	0,0002	< 0,00007*	< 0,00007*	< 0,00007*
Медь / Copper	< 0,0005*	< 0,0005*	< 0,0005*	< 0,0005*
Кадмий / Cadmium	< 0,000001*	< 0,000001*	< 0,000001*	< 0,000001*
Сурьма / Antimony	< 0,000008*	< 0,000008*	< 0,000008*	< 0,000008*
Свинец / Lead	< 0,00009*	< 0,00009*	< 0,00009*	< 0,00009*

Примечание: * предел обнаружения элемента.

Note: * elemental limit of detection.

на спектрометре Shimadzu ICPE-9820, согласно методике³. Пробоподготовка фильтров выполнена методом «сухого» озоления. Определение хрома VI-валентного проводилось методом спектрофотометрии на спектрофотометре UV-1800, согласно методике⁴.

Получены сравнимые результаты по всем элементам, указывающие на содержание веществ в воздухе, значительно меньшее, чем их предельно допустимая концентрация.

Результаты, полученные в ФБУЗ «ЦГиЭ в Липецкой области», также рассчитаны с учетом статистической оценки данных по содержанию элементов в неэкспонированных фильтрах, получаемых на протяжении нескольких лет. Подобный подход позволяет повысить достоверность данных и избежать существенных систематических ошибок.

Так, например, по результатам измерений, полученным в ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрсмана», для железа среднее содержание в неэкспонированных фильтрах АФА-ХА-20 из одной и той же партии составило около 6,1 мкг при среднеквадратичном отклонении 36,8 % ($N = 30$). Аналогичные результаты для железа, полученные в г. Липецке при отборе на фильтры АФА-ВП 20, показывают еще больший разброс содержания элемента в неэкспонированных фильтрах: 9,32 мкг при среднеквадратичном отклонении 88,8 % ($N = 12$).

Необходимо отметить, что уровни содержания металлов в неэкспонированных фильтрах сравнимы с реальными их содержаниями на фильтрах, отобранных в натуральных экспериментах при стандартных условиях отбора. Следовательно, повышение точности результатов при определении разовых концентраций с отбором на фильтры АФА становится возможным только при увеличении объема аспирируемого воздуха, что и реализовано в лаборатории ФБУЗ «ЦГиЭ в Липецкой области» при проведении исследований атмосферного воздуха с отбором на АФА-ВП 20 — объем аспирируемого воздуха, согласно применяемым методическим документам, составляет 2000 дм³, что позволяет несколько нивелировать ошибку, вносимую фильтроматериалом. Однако описанный подход не всегда правомерен, так как требования к отбору проб, в том числе по времени и объему отбираемого воздуха, строго регламентируются.

В исследовании проб атмосферного воздуха на содержание металлов и металлоидов отбор проб производился на фильтры Merck MF-Millipore, изготовленные из смешанных эфиров целлюлозы и обладающие значительно меньшим загрязнением (для железа — на уровне 1, 25 мкг, СКО 15 % при $N = 30$). В качестве холостой пробы анализировали не менее 2 чистых фильтров. В результате обнаружены концентрации железа в пробах составляли диапазон 3,0–4,4 мкг на фильтр, что позволяет фиксировать значимые отличия в уровне железа в воздухе на фоне контаминации фильтроматериала. В случае отбора тех же проб на фильтры АФА с использованием одного неэкспонированного фильтра в качестве фоновой пробы сделать вывод о достоверности отличий аспирированной пробы и контрольной не представлялось бы возможным, а простое вычитание холостой пробы могло бы привести к искажению результата.

Заключение. Опасность получения ложноположительных и ложноотрицательных результатов зависит от уровня и вариабильности содержаний того или иного металла в фильтре. Традиционно применяемый для отбора атмосферных аэрозолей тип фильтров АФА сам по себе может вносить ошибку в результат анализа, при этом использование чистого фильтра в качестве холостой пробы не всегда оправдано по причине большого разброса содержания элементов в фильтрах. Уровни содержания металлов в неэкспонированных фильтрах сравнимы с реальными их содержаниями на фильтрах, отобранных в натуральных экспериментах при стандартных условиях отбора.

Уменьшить влияние ошибки на результат анализа можно за счет увеличения объема протягиваемого воздуха, однако требования к объему отбираемого воздуха часто регламентируются в нормативных документах, поэтому использование фильтров с меньшими естественными загрязнениями является оптимальным.

Полученные данные показывают, что не учитываемое в фильтроматериале содержание металлов может вносить существенные погрешности в результат анализа и приводить к необоснованным выводам при оценке экологической и санитарно-гигиенической ситуации.

Список литературы

1. Казанцева Л.К., Тагаева Л.О. Глобальные проблемы охраны окружающей среды: атмосферный воздух // Современные исследования социальных проблем. 2010. № 4-2. С. 376–383.
2. Amit S, D MS, Tushar K, Knox J, Satish B, Munshi MM. Influence of atmospheric aerosols on health and environment-climate change. *Int J Life Sci*. 2013;Sp.I-1:115–120.
3. Particle size-selective criteria for coarse aerosol fractions. In: Vincent J. *Aerosol Sampling: Science, Standards, Instrumentation and Applications*. 2007:237–253.
4. Bloss W. Measurement of air pollutants. In: *Encyclopedia of Environmental Health*. 2nd ed. Elsevier Masson, 2019:247–256. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.11354-5
5. Скугорева С.Г., Ашихмина Т.Я., Фокина А.И., Лялина Е.И. Химические основы токсического действия тяжелых металлов (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 4–13.
6. Gosangi A. Effect of copper on lipid peroxidation and enzymatic antioxidants in sorghum bicolor. *Int J Adv Res*. 2017;5(9):424–430. doi: 10.21474/IJAR01/5346
7. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Технофера, 2009. 784 с.
8. Галева Э., Холин К., Нефедьев Е. Возможности атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 9. С. 63–64.
9. Пупышев А.А., Суриков В.Т. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Образование ионов. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG, 2012. С. 276.
10. Лапова Т.В., Петрова Е.В., Отмахов В.И., Отмахова З.И. Контроль загрязнения атмосферы тяжелыми металлами методом атомно-эмиссионной спектроскопии // Вестник ТГАСУ. 2008. № 2 (19). С. 139–147.
11. Lindsley WG. Filter pore size and aerosol sample collection. In: *NIOSH Manual of Analytical Methods*.

³ ПНД Ф 13.2.3.67–09 «Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в атмосферном воздухе населенных мест, воздухе санитарно-защитной зоны, методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой».

⁴ РД 52.04.186–89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

- 5th ed. 2016:FP2–FP14. Accessed August 27, 2021. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2014-151/pdfs/chapters/chapter-fp.pdf>
- Hebisch R, Fricke H-H, Hahn J-U, Lahaniatis M, Maschmeier C-P, Mattenklott M. Sampling and determining aerosols and their chemical components. In: Parlar H, ed. *The MAK Collection for Occupational Health and Safety. Part III: Air monitoring methods.* 2005;9:1–40.
 - Unproductive Time Traps in ICP-MS Analysis and How to Avoid Them. Agilent Technologies, Inc. 2021. Accessed April 29, 2021. <https://www.technologynetworks.com/analysis/ebook/unproductive-time-traps-in-icp-ms-analysis-and-how-to-avoid-them-346921>
 - Башилов А.В. Спектральные методы элементного анализа после микроволновой минерализации проб. Состояние и тенденции // Лаборатория и производство. 2018. № 2 (2). С. 100–112.
 - Башилов А.В. Микроволновая подготовка проб к элементному анализу – вчера, сегодня, завтра // Аналитика. 2011. № 1 (1). С. 6–15.
 - Коркина Д., Кларк-Карская Ю., Иванова А., Захарова А, Кузин А., Гринштейн И. Чистое рабочее место – комплексное решение проблемы загрязнений проб при проведении следового элементного анализа // Аналитика. 2016. № 2 (27). С. 58–68.
 - Mahalingam T.R. Metal free clean room for ultra trace analysis. In: *Clean laboratories and Clean Rooms for Analysis of Radionuclides and Trace Elements.* Vienna: IAEA Publ.; 2003:29–41. Accessed August 27, 2021. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/34/033/34033966.pdf?r=1
 - Столбоушкина Т.П. Чистота лабораторной посуды – залог достоверных и точных измерений // Альманах современной метрологии. 2018. Т. № 14. С. 201–205.
 - Welna M, Szymczycha-Madeja A, Pohl P. Quality of the trace element analysis: Sample preparation steps. In: Akyar I, ed. *Wide Spectra of Quality Control.* Rijeka: InTech Janeza Trdine 9; 2011. doi: 10.5772/21290
 - Darbouret D, Kano I. Ultrapure water blank for boron trace analysis. *J Anal At Spectrom.* 2000;15(10):1395–1399. doi: 10.1039/b001495h
 - Gosangi A. Effect of copper on lipid peroxidation and enzymatic antioxidants in sorghum bicolor. *Int J Adv Res.* 2017;5(9):424–430. doi: 10.21474/IJAR01/5346
 - Pupyshev AA. [Atomic absorption spectral analysis.] Moscow: Technosphere Publ., 2009. (In Russ.)
 - Galeva EI, Kholin KV, Nefediev E. Possibilities of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma. *Vestnik Kazanskogo Tekhnologicheskogo Universiteta.* 2013;16(9):63–64. (In Russ.)
 - Pupyshev AA, Surikov VT. [Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. Formation of Ions.] Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG; 2012. (In Russ.)
 - Lapova TV, Petrova EV, Otmakhov VI, Otmakhova ZI. Atomic emission spectroscopy control of the atmosphere pollution by heavy metals. *Vestnik TGASU.* 2008;(2(19)):138–147. (In Russ.)
 - Lindsley WG. Filter pore size and aerosol sample collection. In: *NIOSH Manual of Analytical Methods.* 5th ed. 2016:FP2–FP14. Accessed August 27, 2021. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2014-151/pdfs/chapters/chapter-fp.pdf>
 - Hebisch R, Fricke H-H, Hahn J-U, Lahaniatis M, Maschmeier C-P, Mattenklott M. Sampling and determining aerosols and their chemical components. In: Parlar H, ed. *The MAK Collection for Occupational Health and Safety. Part III: Air monitoring methods.* 2005;9:1–40.
 - Unproductive Time Traps in ICP-MS Analysis and How to Avoid Them. Agilent Technologies, Inc. 2021. Accessed April 29, 2021. <https://www.technologynetworks.com/analysis/ebook/unproductive-time-traps-in-icp-ms-analysis-and-how-to-avoid-them-346921>
 - Bashilov AV. [Spectral methods of elemental analysis following microwave mineralization of samples. Status and trends.] *Laboratoriya i Proizvodstvo.* 2018;(2):100–112. (In Russ.)
 - Bashilov AV. Micro-wave preparation of samples for elemental analysis – yesterday, today, tomorrow. *Analitika.* 2011;(1(1)):6–15. (In Russ.)
 - Korkina D, Clark-Karskaya Yu, Ivanova A, Zakharova A, Kuzin A, Grinshtein I. A clean work station – integrated solution of the samples contamination problem during the trace elemental analysis. *Analitika.* 2016;(2(27)):58–68. (In Russ.)
 - Mahalingam T.R. Metal free clean room for ultra trace analysis. In: *Clean Laboratories and Clean Rooms for Analysis of Radionuclides and Trace Elements.* Vienna: IAEA Publ.; 2003:29–41. Accessed August 27, 2021. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/34/033/34033966.pdf?r=1
 - Stolboushkina TP, Stakheev AA. Purity of glassware – a key to reliable and accurate measurements. *Al'manakh Sovremennoy Metrologii.* 2018;(14):201–205. (In Russ.)
 - Welna M, Szymczycha-Madeja A, Pohl P. Quality of the trace element analysis: Sample preparation steps. In: Akyar I, ed. *Wide Spectra of Quality Control.* Rijeka: InTech Janeza Trdine 9; 2011. doi: 10.5772/21290
 - Darbouret D, Kano I. Ultrapure water blank for boron trace analysis. *J Anal At Spectrom.* 2000;15(10):1395–1399. doi: 10.1039/b001495h

References

- Kazantseva LK, Tagaeva TO. The global environmental problems: atmospheric air. *Sovremennye Issledovaniya Sotsial'nykh Problem.* 2010;(4-2):376–383. (In Russ.)
- Amit S, D MS, Tushar K, Knox J, Satish B, Munshi MM. Influence of atmospheric aerosols on health and environment-climate change. *Int J Life Sci.* 2013;Sp.1-1:115–120.
- Particle size-selective criteria for coarse aerosol fractions. In: Vincent J. *Aerosol Sampling: Science, Standards, Instrumentation and Applications.* 2007:237–253.
- Bloss W. Measurement of air pollutants. In: *Encyclopedia of Environmental Health.* 2nd ed. Elsevier Masson, 2019:247–256. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.11354-5
- Skugoreva SG, Ashihmina TYa, Fokina AI, Lyalina EI. Chemical grounds of toxic effect of heavy metals (review). *Teoreticheskaya i Prikladnaya Ekologiya.* 2016;(1):4–13. (In Russ.)



К вопросу о качестве и гигиенической безопасности кисломолочных продуктов (обзорная статья)

Л.А. Румянцева, О.В. Ветрова, А.В. Истомин

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
ул. Семашко, д. 2, Московская обл., г.п. Мытищи, 141014, Российская Федерация

Резюме

Введение. В статье представлены сведения о роли молока и кисломолочных продуктов в рационе питания человека, отражена важная роль в обеспечении организма полноценным по аминокислотному составу белком. Кисломолочные продукты помимо всех достоинств молока обладают диетическими и лечебными свойствами; усвояемость кисломолочных продуктов несколько выше, чем усвояемость молока.

Цель исследования. Показана роль кисломолочной продукции в питании человека, преимущества кисломолочной продукции, обогащенной пробиотическими микроорганизмами, для диетического профилактического питания в микробиоценозе желудочно-кишечного тракта.

Материалы и методы. В статье представлен аналитический обзор научных источников литературы о значении потребления молока и молочных продуктов, в том числе кисломолочных, в жизнедеятельности человека; приведены данные по производству и уровню потребления молока и молочной продукции на душу населения в России. Отражена проблема дисбактериозов (дисбиозов), где технологии производства кисломолочных продуктов могут являться фактором серьезного микробиологического риска, поскольку в процессе производства создаются благоприятные условия для роста посторонних микроорганизмов, попадающих из сырья, заквасок, оборудования. Отсутствие жестких стандартов к кисломолочной продукции способствует разного рода фальсификациям.

Результаты. В статье изложены основные положения проведения экспертной гигиенической оценки специализированной пищевой продукции для диетического профилактического питания с целью ее государственной регистрации на примере кисломолочных биопродуктов, отражены критерии оценки качества и безопасности специализированной продукции для диетического питания, требования к технической документации на данную продукцию, дан перечень необходимых документов для проведения экспертной гигиенической оценки специализированной продукции для диетического питания.

Заключение. Решение вопроса о возможности использования новых кисломолочных продуктов в качестве диетических профилактических продуктов питания требует проведения гигиенической оценки на соответствие требованиям технических регламентов ТС и ЕАЭС к качеству и безопасности продукта и его сырьевых компонентов, к упаковке и маркировке.

Ключевые слова: молоко, кисломолочная продукция, бифидобактерии, оценка эффективности, оценка безопасности.

Для цитирования: Румянцева Л.А., Ветрова О.В., Истомин А.В. К вопросу о качестве и гигиенической безопасности кисломолочных продуктов (обзорная статья) // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 39–47. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-39-47>

Сведения об авторах:

✉ **Румянцева** Лариса Александровна – д-р биол. наук, проф., ведущий научный сотрудник; e-mail: rumiantsevala@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0878-7763>.

Ветрова Ольга Викторовна – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник; e-mail: vetrovaov@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4564-1763>.

Истомин Александр Викторович – д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник; e-mail: istominav@fferisman.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7150-225X>.

Информация о вкладе авторов: Румянцева Л.А. – написание текста рукописи, концептуализация, визуализация, анализ полученных данных, управление проектом; Ветрова О.В. – получение данных для анализа, формальный анализ, программное обеспечение, редактирование материала; Истомин А.В. – обзор публикаций по теме статьи, курирование данных.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликована: 31.08.21

On Issues of Quality, Hygiene and Safety of Fermented Milk Products: A Review

Larisa A. Rumyantseva, Olga V. Vetrova, Aleksandr V. Istomin

F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene,
2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

Summary

Introduction. The article presents data on the role of milk and dairy products, including fermented milk products, in the human diet and reflects their important role in providing the body with proteins having a high essential amino acid content. In addition to all health benefits of milk, fermented dairy products have dietary and medicinal properties while their digestibility is higher than that of milk.

Objective. To demonstrate the role of fermented milk products in human nutrition and benefits of fermented milk products enriched with probiotic microorganisms for preventive nutrition in the microbiocenosis of the gastrointestinal tract.

Materials and methods. The article presents an analytical review of literary sources on the role of milk and dairy products, including fermented milk products, in human nutrition and provides information on the per capita production and consumption of milk and dairy products in the Russian Federation. It also addresses the problem of dysbiosis since fermented dairy technology can pose a serious microbiological risk related to favorable conditions for the growth of extraneous microorganisms coming from raw materials, starter cultures, and equipment during the production process. The absence of stringent quality standards for fermented milk products contributes to manufacturing of various counterfeit foods.

Results. The article outlines the main provisions of the expert hygienic assessment of specialized food products for preventive nutrition for the purpose of their state registration on the example of fermented milk bioproducts, defines criteria for assessing the quality and safety of specialized products for dietary nutrition and requirements for technical documentation on these products, and provides the list of necessary documents for expert examination of hygiene and safety of specialized products for therapeutic and preventive nutrition.

Conclusion. The permission to use novel fermented milk products as preventive nutrition foods shall be based on results of

assessing their compliance with the requirements of technical regulations of the Customs Union and the Eurasian Economic Union on the quality and safety of products and their raw materials, packaging and labeling.

Keywords: milk, fermented milk products, bifidobacteria, efficiency assessment, safety assessment.

For citation: Rumyantseva LA, Vetrova OV, Istomin AV. On issues of quality, hygiene and safety of fermented milk products: A review. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):39–47. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-39-47>

Author information:

✉ Larisa A. Rumyantseva, Dr. Sci. (Biol.), Prof., Leading Researcher, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: rumyantsevala@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0878-7763>.

Olga V. Vetrova, Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: vetrovaov@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4564-1763>.

Aleksandr V. Istomin, Dr. Sci. (Med.), Prof., Chief Researcher, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: istominav@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7150-225X>.

Author contributions: Rumyantseva L.A. developed the concept of the research, managed the project, analyzed and visualized data, and wrote the manuscript; Vetrova O.V. collected and analyzed data, and edited the manuscript; Istomin A.V. did a literature review and curated data; all authors contributed to the discussion and gave final approval of the version to be published.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение. Молоко и молочные продукты, в том числе кисломолочные, обладают рядом ценных питательных свойств, не присущих другим продуктам. Важнейшая их роль заключается в обеспечении организма полноценным по аминокислотному составу белком. Жир молока и молочных продуктов обуславливает их калорийность и является носителем жирорастворимых витаминов, особенно витамина А. Молоко является хорошим источником витаминов группы В. Минеральный состав молока отличается высоким содержанием кальция. Соотношение кальция с фосфором в молоке определяет высокую усвояемость кальция [1–3].

Кисломолочные продукты помимо всех достоинств молока обладают диетическими и лечебными свойствами. Усвояемость кисломолочных продуктов несколько выше, чем усвояемость молока. Объясняется это тем, что под действием желудочного сока белок молока коагулирует в виде крупных, плотных частиц, а при изготовлении кисломолочных продуктов под влиянием молочной кислоты образуются мелкие хлопья, более доступные ферментам пищеварительного тракта, они легче и полнее всасываются. В кисломолочных продуктах содержится больше витаминов, нежели в исходном молоке. Это объясняется тем, что в результате деятельности микроорганизмов происходит синтез витаминов [4–6].

Оценка соответствия кисломолочной продукции, предназначенной для применения в качестве специализированной для диетического профилактического питания, осуществляется в форме государственной регистрации с получением свидетельства о государственной регистрации [7, 8].

Цель работы. Показать роль кисломолочной продукции в питании человека, преимущества кисломолочной продукции, обогащенной пробиотическими микроорганизмами для диетического профилактического питания, а также требования к качеству и безопасности специализированной продукции для диетического профилактического питания.

Материалы и методы. В статье представлен аналитический обзор научных источников литературы о роли молока и молочных продуктов, в том числе кисломолочных, в питании человека; изложены основные положения проведения экспертной гигиенической оценки специализированной пищевой продукции для диетического профилактического питания с целью ее государственной регистрации на примере экспертной гигиенической оценки кисломолочных биопродуктов, проведенной

в ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана»; отражены критерии оценки качества и безопасности специализированной продукции для диетического питания, требования к технической документации на данную продукцию.

Роль молока и молочных продуктов в питании человека. С рождения ребенка единственным продуктом питания в первые месяцы жизни является материнское молоко, обеспечивающее потребности организма необходимыми пищевыми веществами и энергией для роста и развития. С возрастом значение молока и молочных продуктов в питании человека сохраняется. Молоко и молочные продукты по пищевой ценности относятся к одной из основных групп пищевых продуктов [9–12].

Понятие «молочный продукт», согласно техническому регламенту (далее – ТР ТС) 033/2013¹, – это пищевой продукт, который произведен из молока и (или) его составных частей, и (или) молочных продуктов с добавлением или без добавления побочных продуктов переработки молока (за исключением побочных продуктов переработки молока, полученных при производстве молокосодержащих продуктов) без использования немолочного жира и немолочного белка и в составе которого могут содержаться функционально необходимые для переработки молока компоненты».

Молоко содержит все необходимые для питания человека вещества – белки, жиры, углеводы, которые находятся в сбалансированных соотношениях и легко усваиваются организмом. Кроме того, в нем содержатся многие ферменты, витамины, минеральные вещества и другие важные элементы питания, необходимые для обеспечения нормального обмена веществ [13–15].

Общее содержание белков в коровьем молоке в среднем 3,2 %. Особое значение имеют молочные белки. Скорость абсорбции белков молока составляет 96–98 %. К ним относятся: казеин (в среднем 79 %), сывороточные белки (β-лактоглобулины, α-лактоальбумины и иммуноглобулины). По содержанию незаменимых аминокислот белки молока относят к белкам высокой биологической ценности. Особенно богаты незаменимыми аминокислотами сывороточные белки молока [16].

В молоке содержится также менее 10 % азота небелковой формы, который необходим для производства пищевых кисломолочных продуктов и является источником питания для молочнокислых бактерий.

Большое значение в питании человека имеет молочный жир. Жир молока в основном пред-

¹ ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции». Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 г. № 67.

ставляет собой смесь триглицеридов (до 99,5 %), а также холестерина, лецитина, свободных жирных кислот. Содержание холестерина в молоке составляет порядка 10 мг/100 г. Жиры являются источником энергии и выполняют многообразные функции в организме человека. Биологическая ценность жиров определяется наличием в них полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой и арахидоновой).

Эти жирные кислоты не синтезируются в организме человека. Молочный жир содержит незначительное количество полиненасыщенных жирных кислот. Присутствие в молочном жире значительных количеств фосфолипидов и витаминов (А, D, Е) повышает его пищевую ценность. Кроме того, молочный жир, по сравнению с другими жирами, лучше усваивается организмом человека. Этому способствуют, во-первых, относительно низкая температура плавления жира (27–34 °С), во-вторых, нахождение его в молоке в эмульгированном состоянии.

В состав молока входит ценный углевод — лактоза (молочный сахар), используемый организмом в качестве источника энергии, он участвует в молочнокислом брожении и способствует быстрому всасыванию кальция в желудочно-кишечном тракте. Поступление лактозы в кишечник способствует развитию полезной микрофлоры, которая, образуя молочную кислоту, подавляет гнилостные процессы.

Не менее ценны и минеральные компоненты молока. Прежде всего следует отметить высокое содержание солей кальция и фосфора, которые нужны организму для формирования костной ткани, восстановления крови, деятельности мозга и т. д. Оба элемента находятся в молоке не только в прекрасно усвояемой форме, но и в хорошо сбалансированных соотношениях, что позволяет организму максимально их усваивать. Около 80 % суточной потребности человека в кальции удовлетворяется за счет молочных продуктов. Среднее содержание фосфора в молоке — 170 мг/л.

В молоке содержатся такие важные макроэлементы, как калий, натрий, магний, хлор, а также микроэлементы — цинк, кобальт, марганец, медь, железо, йод, которые участвуют в построении ферментов, гормонов и витаминов.

Молоко является источником почти всех видов витаминов. Так, суточная потребность в относительно дефицитном витамине В₂ удовлетворяется на 42–50 % за счет молока и молочных продуктов.

В России в последние годы за счет молока и молочных продуктов обеспечивается не менее 13 % белкового компонента рациона питания, 22 % жирового и 10 % энергетической ценности.

Молоко и молочные продукты широко применяют при лечении и профилактике различных болезней человека. Особое значение имеют молочные продукты при лечении болезней печени, легких, желудочно-кишечного тракта и др.

Однако в оценке кардиометаболических расстройств, метаболического синдрома и сахарного диабета, связанных с ожирением и развитием ожирения, существует противоположный подход к оценке молочных продуктов [17, 18].

Наряду с важными питательными веществами молоко и молочная продукция являются источником факторов риска хронических неинфекционных заболеваний — насыщенных жирных кислот и холестерина, некоторые из которых имеют высокую энергетическую ценность. Проведенные исследования показывают обратную связь между

потреблением молочных продуктов и развитием ожирения [19, 20].

По данным Росстата, несмотря на экономические проблемы, возникшие из-за пандемии COVID-19, производство молока и молочной продукции в 2020 году в Российской Федерации не снизилось и уровень потребления продукции на внутреннем рынке удалось сохранить. Потребление молока и молочной продукции в пересчете на молоко составило 239 л на душу населения.

Молочные продукты в Российской Федерации вырабатываются в очень широком ассортименте, в их структуре не менее 60–70 % занимают кисломолочные продукты, в том числе 6–9 % составляют жидкие кисломолочные продукты.

Значение кисломолочных продуктов в диетическом питании. Кисломолочный продукт, по определению ТР ТС 033/2013, — это «молочный продукт или молочный составной продукт, который произведен способом, приводящим к снижению показателя активной кислотности (рН), повышению показателя кислотности и коагуляции молочного белка, сквашивания молока и (или) молочных продуктов и (или) их смесей с немолочными компонентами, которые вводятся не в целях замены составных частей молока (до или после сквашивания), или без добавления указанных компонентов с использованием заквасочных микроорганизмов и содержат живые заквасочные микроорганизмы».

Кисломолочные продукты изготавливаются на основе брожения молока. Эти продукты обладают диетическими и лечебными свойствами благодаря содержанию молочной кислоты, которая тормозит развитие гнилостных бактерий в организме человека, кроме того, они содержат витамины, многие из которых синтезируются дрожжевой микрофлорой [21]. С диетической точки зрения все жидкие кисломолочные напитки обладают хорошей усвояемостью белков и высокой биологической ценностью. Они богаче натурального молока витаминами группы В, обладают выраженным антибактериальным действием, реже дают аллергические реакции, расщепление белка кисломолочных продуктов происходит быстрее, чем цельного молока. Один миллилитр свежего молока содержит лишь десятки тысяч микроорганизмов, в то время как в таком же объеме кисломолочных продуктов их не менее ста миллионов. Размножаясь и погибая в огромных количествах, микроорганизмы обогащают кисломолочные продукты полноценным белком. Молочная кислота и небольшое количество алкоголя (около 0,6 %) повышают желудочную секрецию. Молочная кислота снижает рН среды в тонком кишечнике, что способствует подавлению роста и деятельности патогенных микроорганизмов. Этот эффект лежит в основе защитной реакции при кишечных инфекциях. Определенный вклад при этом вносит способность кисломолочных продуктов продуцировать особые антибиотики. Наряду с пробиотическим и антиинфекционным действием кисломолочные продукты благоприятно влияют на моторику кишечника, что позволяет их использовать для нормализации функции кишечника [22–24].

Кисломолочные продукты практически не содержат лактозы, что очень важно для тех, кто страдает гиполактазией [25–26].

Кисломолочные продукты с низким содержанием жира предпочтительнее для профилактики атеросклероза и связанных с ним сердечно-сосудистых заболеваний.

В жидких кисломолочных продуктах содержатся минеральные вещества (кальций, фосфор, железо, магний), витамины (А, В₁, В₂, РР, провитамин А), а также незаменимые аминокислоты.

Таким образом, кисломолочные продукты дают множество эффектов, которые положительно влияют на здоровье взрослых и детей. Необходимо включать эти продукты в рацион питания детей всех возрастов, а учитывая широкий вкусовой диапазон, каждый сможет выбрать себе продукт по вкусу. Идеи И.И. Мечникова, высказанные более 100 лет назад, о значении кисломолочных продуктов для здоровья и долголетия имеют реальную научную основу в наше время, и исследования в этом направлении продолжают.

Влияние пробиотических микроорганизмов на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта. На сегодня одним из актуальных направлений развития молочной промышленности является производство кисломолочных продуктов, обогащенных пробиотиками, способными восстанавливать нарушенную микроэкологию кишечника, способствующими росту бифидо- и лактобактерий в кишечнике.

Преобладание лакто- и бифидобактерий в биоценозе кишечника человека является важным индикатором его здоровья, причем наиболее значимые представители нормобиоценоза — бифидобактерии.

Роль этих бактерий связана с их защитной функцией, а также с их участием в завершающих стадиях процесса пищеварения. Бифидобактерии не производят токсинов, не патогенны для человека и не обладают гемолитическими свойствами. Их защитная роль в организме связана с нейтрализацией токсичных продуктов азотистого обмена, предотвращением колонизации слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта патогенными и условно-патогенными микроорганизмами и препятствием попадания токсинов в организм. Лакто- и бифидобактерии создают неблагоприятную среду для чужеродной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, отделяя патогенные микроорганизмы от мест адгезии. Бифидофлора способствует всасыванию кальция, железа, неорганических фосфатов, ионов витамина D в кровь, обладает иммуномодулирующим действием: препятствует деградации секреторного иммуноглобулина А, регулирует функции гуморального и клеточного иммунитета, подавляет выработку интерферона, лизоцима и интерлейкинов, обеспечивает фагоцитарную способность макрофагов.

Определение понятия «обогащенная пищевая продукция» по ТР ТС 021/2011: «пищевая продукция, в которую добавлены одно или более пищевые и (или) биологически активные вещества и (или) пробиотические микроорганизмы, не присутствующие в ней изначально либо присутствующие в недостаточном количестве или утерянные в процессе производства (изготовления); при этом гарантированное изготовителем содержание каждого пищевого или биологически активного вещества, использованного для обогащения, доведено до уровня, соответствующего критериям для пищевой продукции — источника пищевого вещества или других отличительных признаков пищевой продукции, а максимальный уровень содержания пищевых и (или) биологически активных веществ

в такой продукции не должен превышать верхний безопасный уровень потребления таких веществ при поступлении из всех возможных источников (при наличии таких уровней)»².

Введение пробиотических микроорганизмов позволяет повысить профилактические, функциональные и органолептические свойства биопродуктов. Молочная кислота и бифидобактерии играют важную роль в стабилизации микробиологического фона желудочно-кишечного тракта человека, обладают антибиотической активностью. Учитывая, что молочная кислота и бифидобактерии оказывают угнетающее действие на бактерии *Escherichia coli*, их использование в производстве биопродуктов позволяет повысить ее санитарно-эпидемиологическую безопасность и увеличить срок хранения. Кроме того, они являются продуцентами аминокислот, органических кислот, витаминов, повышающих профилактические свойства продукта [27–32].

Согласно российской статистической информации, пробиотические кисломолочные продукты составляют около 10 % от совокупного объема производства кисломолочных продуктов³.

Молочнокислые бактерии при употреблении кисломолочных продуктов приживаются в кишечнике, создают кислую среду, в которой гнилостные бактерии развиваться не могут.

Бифидобактерии добавляют в молочнокислые продукты, чтобы усилить противомикробные защитные механизмы организма. Они стимулируют иммунитет, обмен веществ, позитивно влияют на моторику и функции кишечника.

Наиболее важными представителями микрофлоры человека как по удельному весу в составе микробиоценозов, так и по их многофункциональной роли в поддержании гомеостаза являются бифидобактерии.

Микробиоценоз кишечника состоит на 85–98 % из бифидобактерий. Именно бифидофлора играет ведущую роль в поддержании и нормализации микробиоценоза кишечника, неспецифической резистентности организма, улучшении обменных процессов. Недостаток бифидобактерий является патогенетическим фактором длительных кишечных дисфункций у детей и взрослых, приводит к нарушению минерального, белкового и жирового обмена, процессов кишечного всасывания, к формированию хронических пищеварительных расстройств.

Кроме того, бифидобактерии являются «поставщиком» некоторых незаменимых аминокислот, в том числе триптофана; установлена их антиканцерогенная и антимуtagenная активность, способность снижать уровень холестерина в крови [33–35].

В современных условиях из-за повсеместного использования антибиотиков в медицине, ветеринарии, сельском хозяйстве, а также ряда других неблагоприятных экологических и гигиенических факторов (загрязнение биосферы промышленными отходами, в том числе радиоактивными веществами) произошел сдвиг в микробной экологии человека. Потенциально дисбиотическими агентами могут быть некоторые психотропные препараты, соли тяжелых металлов, красители, нитриты, нитраты и др.

Указанное ставит проблему дисбактериозов (дисбиозов) в число приоритетных медицинских

² ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.

³ Анализ Российского рынка пробиотиков, демоверсия. Московская область, г. Черноголовка, август 2010. URL: http://www.megaresearch.ru/files/demo_file/6068.pdf.

задач, приобретающих в последние годы все большее значение в клинике различных заболеваний.

Требования безопасности, предъявляемые к кисломолочным продуктам для диетического профилактического питания. Для обогащенной кисломолочной продукции оценка соответствия осуществляется в форме декларирования с получением декларации о соответствии; в случае если обогащенная кисломолочная продукция предназначена для применения как специализированная для диетического профилактического питания, оценка ее соответствия осуществляется в форме государственной регистрации с получением свидетельства о государственной регистрации.

Нормативные требования к молоку и молочной продукции определены ТР ТС 033/2013; требования к диетической продукции заложены в ТР ТС 027/2012⁴, где говорится, что пищевая продукция диетического профилактического питания должна удовлетворять физиологическим потребностям организма человека в необходимых пищевых веществах и энергии с учетом факторов риска и патогенеза заболеваний, соответствовать установленным требованиям по допустимому содержанию контаминантов и биологически активных веществ и соединений, микроорганизмов и других биологических организмов, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущих поколений.

Продовольственное сырье для производства кисломолочных продуктов, пищевые добавки должны соответствовать требованиям безопасности, установленным техническими регламентами Таможенного союза ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 033/2013. Производство продуктов диетического питания для детей должно осуществляться без применения пищевых добавок и ароматизаторов, за исключением функционально необходимых компонентов, без использования продовольственного пищевого сырья, содержащего ГМО, или компонентов, полученных из ГМО.

Гигиенические нормативы по содержанию микроорганизмов, в том числе патогенных, в кисломолочной продукции, обогащенной бифидобактериями, представлены в приложении 8 к ТР ТС 033/2013:

- КМАФАнМ, КОЕ/г – бифидобактерии и (или) другие пробиотические микроорганизмы: не менее 1×10^6 в сумме;
- БГКП (кокиформы) – не допускаются в 0,1 г;
- патогенные, в т. ч. сальмонеллы, – не допускаются в 25 г;
- стафилококки *S. aureus* – не допускаются в 1,0 г;
- дрожжи, КОЕ/г, не более 50;
- плесени, КОЕ/г, не более 50.

В ТР ТС 027/2012 (приложение 1 к ТР ТС 027/2011) содержится норматив по содержанию бифидобактерий и/или других пробиотических микроорганизмов (родов *Lactobacillus*, *Propionibacterium*) в специализированной пищевой продукции – не менее 1×10^6 КОЕ/см³ (г) в сумме. В соответствии с этим кисломолочная пищевая продукция, обогащенная бифидобактериями, может быть рассмотрена с целью государственной регистрации в качестве специализированной продукции для диетического питания.

В ТР ТС 021/2011 (приложение 3 к ТР ТС 021/2011) изложены гигиенические нормативы по содержанию в кисломолочной продукции токсичных элементов, мг/кг, не более: свинец – 0,1, кадмий – 0,03, мышьяк – 0,05, ртуть – 0,005, пестицидов, мг/кг, не более: ГХЦГ (α -, β -, γ -изомеры) – 0,05, ДДТ и его метаболиты – 0,05; микотоксинов, мг/кг, не более: афлатоксина М1 – 0,0005, меламин – не допускается (менее 1 мг/кг); антибиотиков (левомицетин, стрептомицин, пенициллин, тетрациклиновая группа), мг/кг, – не допускается; радионуклидов, Бк/кг, не более: цезий-137 – 100, стронций-90 – 25.

Пищевые добавки должны соответствовать ТР ТС 029/2012⁵. По физико-химическим показателям идентификации кисломолочные продукты должны соответствовать требованиям, заявленным нормативной или технической документацией изготовителя, и приложению 1 к ТР ТС 033/2013. Технологические процессы, применяемые при производстве кисломолочной продукции, должны обеспечивать выпуск продукции, соответствующей требованиям ТР ТС 033/2013 и другим техническим регламентам, действие которых на нее распространяется.

Вместе с тем необходимо учитывать, что технологии производства кисломолочных продуктов могут являться фактором серьезного микробиологического риска, поскольку в процессе производства создаются благоприятные условия для роста посторонних микроорганизмов, попадающих из сырья, заквасок, оборудования. Среди них наибольшую проблему представляют кислотоустойчивые и антибиотикоустойчивые разновидности, реально способные размножаться параллельно с закваской. Возросла угроза распространения новых патогенов (например, вероцитотоксигенных серотипов *E. coli*), способных выживать при pH ниже изоэлектрической точки коагуляции казеина.

Отсутствие жестких стандартов к кисломолочной продукции способствует разного рода фальсификациям. Например, искусственно разводится кефирный грибок, а потом добавляется в молоко или производится замена молочного жира растительным маслом или гидрогенизированными жирами [36].

Для обеспечения качества и безопасности при производстве кисломолочных продуктов неукоснительно должны соблюдаться меры безопасности, необходимо внедрять в практику предприятий системы ХАССП и других основанных на нем систем менеджмента качества, опираться на требования безопасности не только к готовой продукции, но и к используемому сырью. Программа производственного контроля, разработанная и утвержденная в установленном порядке, должна включать осуществление лабораторных исследований сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, контроль технологии производства, хранения, транспортировки, реализации и утилизации продукции [37–40].

Организация производственных помещений, в которых осуществляется процесс производства продукции, технологическое оборудование и инвентарь, условия хранения продукции и удаления отходов производства, а также вода, используемая

⁴ ТР ТС 027/2012. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания». Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 15 июня 2012 г. № 34.

⁵ ТР ТС 029/2012. Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 г. № 58.

в процессе производства, должны соответствовать требованиям ТР ТС 021/2011.

Материалы, контактирующие с продукцией в процессе производства, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к безопасности материалов, контактирующих с пищевой продукцией.

Производство кисломолочной продукции для детского питания для детей раннего возраста должно осуществляться на специализированных производственных объектах, в специализированных цехах или на специализированных технологических линиях.

Маркировка готовой продукции осуществляется по ТР ТС 022/2011, упаковка — в соответствии с требованиями ТР ТС 005/2011⁶ способом, позволяющим обеспечить ее безопасность и заявленные в маркировке потребительские свойства в течение срока годности при соблюдении условий транспортировки и хранения.

Гигиеническая экспертная оценка соответствия биопродуктов кисломолочных как продукции диетического профилактического питания. В ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана была проведена гигиеническая экспертная оценка документации (документы о качестве и безопасности, технические документы на производство) на ряд кисломолочных продуктов под общим наименованием «Биопродукты кисломолочные»: биопродукт кисломолочный, биойогурт, биокефир, биопростокваша, биоряженка, биопродукт кисломолочный детского питания для детей дошкольного и школьного возраста с целью их государственной регистрации в качестве специализированных продуктов диетического профилактического питания. Приставка «био-» свидетельствует о том, что в кисломолочные продукты к существующим в них бактериям дополнительно вносят пробиотические микроорганизмы (молочнокислые бактерии, бифидобактерии) или пребиотики (органические вещества, которые не всасываются в тонком кишечнике, но стимулируют рост нормальной микрофлоры толстого кишечника).

Биопродукты кисломолочные вырабатываются сквашиванием молока заквасочными культурами с добавлением симбиотической биомассы бифидобактерий, содержащей одновременно штаммы 5 основных видов, не обладающих антагонистическим действием по отношению друг к другу (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. infantis*), разрешенных Минздравом Российской Федерации для использования в производстве пробиотических кисломолочных продуктов. Каждый вид используемых бифидобактерий имеет свои полезные свойства, но в комплексе они становятся более активными. В комплекс заквасочной культуры входит термофильный молочнокислый стрептококк, что позволяет стабилизировать кислотность продукта, улучшить консистенцию и органолептические свойства продукта.

Бифидобактерии играют ведущую роль в нормализации микробиоценоза кишечника, поддержании сопротивляемости организма, улучшении всасывания и гидролиза жиров, белков и минералов, синтезе биологически активных веществ, в том числе витаминов. Дефицит бифидобактерий — один из патогенетических факторов хронических

кишечных расстройств у детей и взрослых, приводящий к развитию хронических расстройств пищеварения. Поэтому бифидобактерии следует рассматривать как эффективный биокорректор и основу для разработки лекарственных препаратов и продуктов, обладающих многофакторным регулирующим и стимулирующим действием на организм.

Биопродукты кисломолочные производятся с добавлением или без добавления немолочных компонентов (сахар, фруктово-ягодные и овощные пищевые добавки) с различным содержанием жира, в том числе обезжиренных с массовой долей жира не более 0,1 %. Биопродукт для детей от 8 месяцев производится без добавления немолочных компонентов.

Биопродукты кисломолочные предназначены для использования в качестве диетических профилактических, в том числе в питании детей раннего возраста (от 8 месяцев), для снижения риска развития нарушений функции ЖКТ при дисбиозах кишечника, кишечных инфекциях, нарушении обмена веществ, при интоксикациях, в стрессовых ситуациях, для восстановления и поддержания нормальной микрофлоры кишечника, предупреждения развития дисбактериоза у здоровых людей.

Срок годности: до 10 суток при температуре не выше 6 °С (для детей срок годности не более 7 суток). Срок годности обоснован применением режимов высокотемпературной пастеризации молока для сквашивания, отсутствием пересадочных процессов при внесении закваски и бакконцентрата, упаковкой в герметизированную тару, а также подтвержден исследованиями в ГИЦ при ГУ «НИИ питания РАМН» в соответствии с МУК 4.2.1847–04⁷.

Для гигиенической оценки в ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» были представлены ТУ на биопродукты кисломолочные, технологические инструкции на производство биопродуктов кисломолочных, экспертные заключения по результатам определения пищевой и энергетической ценности, по результатам санитарно-химических и санитарно-микробиологических, органолептических исследований продукции, по результатам исследований продукции на содержание генетически модифицированных микроорганизмов.

На отдельные продукты были представлены экспертные заключения на соответствие гигиеническим требованиям технологических процессов и технологического оборудования, сырья и компонентов, системы производственного контроля, упаковки и маркировки продукции.

Эффективность продукции для применения по назначению была подтверждена в экспертных заключениях по результатам клинических исследований. Клинические испытания были проведены в ГУ «НИИ питания РАМН», в Гематологическом центре РАМН, в городской детской больнице № 1 г. Ангарска Иркутской области и других, в клинической инфекционной больнице № 1 г. Москвы и других лечебных учреждениях.

В ГУ «НИИ питания РАМН» клинические испытания кисломолочного продукта были проведены в отделении гастроэнтерологии. Пищевая ценность 100 г продукта: жиры — 2,5 г, белки —

⁶ Решение комиссии Таможенного союза от 16.08.2011 № 769 (ред. от 20.01.2020) «О принятии технического регламента Таможенного союза “О безопасности упаковки”» (вместе с ТР ТС 005/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки»).

⁷ МУК 4.2.1847–04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 32 с.

2,9 г, углеводы – 4,0 г. Рекомендации по применению продукта в лечебных целях разработаны Московским НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского.

Включение в диету кисломолочного продукта больным с синдромом раздраженного кишечника и сопутствующими заболеваниями верхнего отдела ЖКТ способствовало положительной динамике в состоянии кишечного микробиоценоза и снижению степени выраженности дисбиотических отклонений.

Включение ферментированного пробиотического продукта в диетотерапию острых кишечных инфекций у детей старше 3 лет, находящихся в Московской детской инфекционной больнице № 5 на стационарном лечении, способствовало более быстрому снятию симптомов интоксикации, сокращению продолжительности болей в животе и диареи. Это также положительно сказалось на состоянии микробиоценоза толстой кишки, которое сопровождалось нормализацией дисбиотических нарушений и снижением ряда условно-патогенных микроорганизмов.

Пробиотический кисломолочный продукт испытан на базе Гематологического научного центра Российской академии медицинских наук. Пациенты с гемобластозом показали хорошую переносимость цитостатической терапии при приеме продукта.

Таким образом, на примере бифидосодержащих кисломолочных продуктов, сконструированных с учетом межвидового синергизма, принцип консорциума пробиотических штаммов бифидобактерий доказал свою перспективность.

По результатам гигиенической оценки представленной документации, проведенной в ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана», установлено, что техническая документация на кисломолочные биопродукты соответствует действующим законодательным актам и нормативным требованиям.

Показатели качества продукции по результатам лабораторных исследований соответствуют заявленному технической документацией изготовителя и ТР ТС 033/2013; показатели безопасности соответствуют требованиям технических регламентов Таможенного союза: ТР ТС 021/2011, ТР ТС 027/2012, ТР ТС 033/2013.

Сырьевые компоненты, используемые в производстве кисломолочных биопродуктов, не относятся к генетически модифицированным организмам, являются разрешенными учреждениями Роспотребнадзора Российской Федерации для использования в производстве кисломолочных продуктов, на все компоненты имеется нормативная и техническая документация, разрешенная в установленном порядке. Бактериальная заквасочная культура не содержит ДНК селективных маркеров и маркерных векторных генов, что свидетельствует об отсутствии ГМО организмов, полученных с использованием техники рекомбинирования ДНК⁸.

Проведенными клиническими испытаниями продуктов установлена хорошая переносимость детьми, в том числе раннего возраста, и больными с заболеваниями органов пищеварения и гемобластозами с дисбиозами в период лечения цитостатиками. Отмечается, что продукты относятся к I классу пищевых продуктов подгруппы 1.1.a и являются важными источниками высококачественного молочного белка, витамина В₂, молоч-

нокислых и пробиотических микроорганизмов. Потребление продуктов способствует улучшению и нормализации кишечного биоценоза, регуляции моторно-эвакуаторной функции толстой кишки, нормализации клинической симптоматики диспепсического синдрома. Аллергических реакций на продукты не выявлено. По результатам клинических испытаний биопродукты кисломолочные были рекомендованы для диетического профилактического питания взрослого и детского населения, в том числе раннего возраста (от 8 месяцев). При этом для питания детей рекомендовано использовать продукты с содержанием жира 2,5 % и выше.

Рекомендации по применению: детям раннего возраста – до 200 мл в сутки, детям дошкольного, школьного возраста и взрослым – от 200 до 400 мл в сутки.

Противопоказанием к применению биопродуктов кисломолочных в диетическом питании является индивидуальная непереносимость молочных продуктов. Продукты, содержащие сахар, противопоказаны больным сахарным диабетом.

Оценка соответствия пищевой продукции диетического профилактического питания требованиям Технических регламентов Таможенного союза осуществляется в форме государственной регистрации в соответствии с порядком, установленным Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011.

По результатам гигиенической экспертной оценки биопродуктов кисломолочных в ассортименте по нормативной и технической документации они были рекомендованы для государственной регистрации в качестве специализированных продуктов диетического профилактического питания для взрослых и детей, в том числе раннего возраста (от 8 месяцев).

Заключение. Для решения вопроса о возможности использования новых кисломолочных продуктов в качестве диетических профилактических продуктов питания необходимо проведение гигиенической оценки на их соответствие действующим законодательным актам Российской Федерации, нормативным требованиям Технических регламентов Таможенного союза и ЕАЭС к качеству и безопасности продукта и его сырьевых компонентов, к упаковке и маркировке. Свойства нового кисломолочного продукта (биопродукта), позволяющие использовать его в качестве диетического профилактического, должны быть подтверждены результатами клинических испытаний.

Список литературы

1. Петрова Л.А. Качество молочных продуктов и предпочтения потребителей // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2016. № 3. С. 64–70.
2. Андреева А.Ю., Зяблицева М.А. Маркировка кисломолочной продукции – основной источник информации о качестве и безопасности продукта // Качество продукции, технологий и образования. Материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию кафедры стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания. Магнитогорск, 30 марта 2016 г. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2016. С. 15–20.
3. Khedkar CD, Kalyankar SD, Deosarkar SS. Fermented foods: Fermented milks. In: Caballero, Finglas, Toldrá, eds. *Encyclopedia of Food and Health*. London: Elsevier Publ.; 2015:661–668. doi: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00286-5
4. Рахимова Ю.Н., Даровских Л.В. Исследование физико-химических свойств и показателей безопасности кисломолоч-

⁸ Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. членкор. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

- лочных продуктов // Экология родного края: проблемы и пути решения: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров, 28-29 апреля 2016 г. Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», Киров, 2016. С. 200–203.
5. Талипова И.Ф. Качество кефира для детского питания: оценка реализаций требований // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 4–3. С. 352–356.
 6. Patton S, McNamara JP. Milk in human health and nutrition. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier; 2021. doi: 10.1016/B978-0-12-818766-1.00214-2
 7. Ивкова И.А., Толстозузова Т.Т. Экспертиза сухого кисломолочного продукта по показателям безопасности и установление сроков годности // Эффективное животноводство – залог успешного развития АПК региона: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Омск, 06 декабря 2017 года. Изд-во: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. 2017. С. 164–167.
 8. Новокшанова А.Л., Абабкова А.А., Абрамов Д.В. Результаты поиска оптимального консорциума микроорганизмов при производстве специализированного белкового кисломолочного продукта // Вестник Международной академии холода, 2016. № 4. С. 23–29.
 9. Матвиенко И.Н. Здоровье ребенка и роль кисломолочной продукции // Современная педиатрия. 2016. № 5(77). С. 83–88.
 10. Гаджиева А.М., Гамзатова З. Качество и безопасность питания современного человека // Теория и практика современной науки. 2021. № 5 (71). С. 340–343.
 11. Рачева К.Ю., Гужва Е.В., Стахеева Л.М., Романова А.С. Биологическое значение молока в питании человека // Молодежь и наука. 2016. № 12. С. 7.
 12. Ершов А.С., Клопова А.В. Важность молока для организма человека // Концепция «Общество знаний» как новая форма постиндустриального общества: сборник статей Международной научно-практической конференции. Стерлитамак, 09 августа 2020 года. Уфа: Изд-во Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2020. С. 81–83.
 13. Миначина И.Н. Ветеринарно-санитарная оценка молочной продукции в условиях продовольственного рынка // Инновационные технологии пищевых производств: материалы международной научно-практической конференции «От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение сельского хозяйства», 21–22 сентября 2020 г. Персиановский: Донской ГАУ, 2020. С. 102–106.
 14. Горбатова К.К., Гунькова П.И. Биохимия молока и молочных продуктов. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2021. 336 с.
 15. Бельмер С.В. Кисломолочные продукты: от истории к современности // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017. Т. 64. № 6. С. 119–125. doi: 10.21508/1027-4065-2019-64-6-119-125
 16. Akkurt S, Tomasula PM. Analysis of milk and dairy products: Bioactivity of milk components. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier; 2021. doi: 10.1016/B978-0-12-818766-1.00286-5
 17. Masotti F, Cattaneo S, Stuknyte M, Pica V, de Noni I. Analytical advances in the determination of calcium in bovine milk, dairy products and milk-based infant formulas. *Trends Food Sci Technol*. 2020;103:348–360. doi: 10.1016/j.tifs.2020.07.013
 18. Sun J, Chen H, Qiao Y, et al. The nutrient requirements of *Lactobacillus rhamnosus* GG and their application to fermented milk. *J Dairy Sci*. 2019;102(7):5971–5978. doi: 10.3168/jds.2018-15834
 19. Zepeda-Hernández A, García-Amezquita LE, Requena T, García-Cayuela T. Probiotics, prebiotics, and synbiotics added to dairy products: Uses and applications to manage type 2 diabetes. *Food Res Int*. 2021;142:110208.
 20. Mohammadi H, Ghavami A, Faghihimani Z, et al. Effects of probiotics fermented milk products on obesity measure among adults: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *J Funct Foods*. 2021;82:104494. doi: 10.1016/j.jff.2021.104494
 21. Jooste PJ, Anelich L, Motarjemi Y. Safety of food and beverages: milk and dairy products. In: *Encyclopedia of Food Safety*. Academic Press; 2013:285–296. doi: 10.1016/B978-0-12-378612-8.00286-9
 22. da Cruz Rodrigues VC, da Silva LGS, Simabuco FM, Venema K, Costa Antunes AE. Survival, metabolic status and cellular morphology of probiotics in dairy products and dietary supplement after simulated digestion. *J Funct Foods*. 2019;(55):126–134. doi: 10.1016/j.jff.2019.01.046
 23. Контарева В.Ю., Савицкая Т.С. Исследование показателей безопасности кисломолочного продукта, обогащенного пребиотическим комплексом // Перспективные аграрные и пищевые инновации: материалы международной научно-практической конференции. 06–07 июня 2019 года. Под общей редакцией И.Ф. Горлова. Волгоград: Изд-во Общество с ограниченной ответственностью «СФЕРА», 2019. С. 200–203.
 24. Смирнов А.В. Требования нормативных документов к показателям качества и безопасности кефира, простокваши, кумыса и йогурта // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019. № 3. С. 32–36.
 25. Малыгина В.Д., Антошина К.А. Характеристика токсикологических показателей безопасности кисломолочных продуктов повышенной биологической ценности // Товаровед продовольственных товаров. 2017. № 2. С. 64–67.
 26. Fischer WJ, Schilter B, Tritscher AM, Stadler RH. Contaminants of milk and dairy products: Environmental contaminants. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier; 2016. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00699-5
 27. Chen Y, Li C, Xue J, et al. Characterization of angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of fermented milk produced by *Lactobacillus helveticus*. *J Dairy Sci*. 2015;98(8):5113–5124. doi: 10.3168/jds.2015-9382
 28. Panahipour L, Stähli A, Haiden N, Gruber R. TGF- β activity in cow milk and fermented milk products: An in vitro bioassay with oral fibroblasts. *Arch Oral Biol*. 2018;95:15–21. doi: 10.1016/j.archoralbio.2018.07.005
 29. Бондарева Г.И. Изучение биотехнологических свойств микробного консорциума // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 6. С. 80–81.
 30. Попов П.А. Микробиологический состав молока и пути его контаминации // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 168 (04). С. 208–216.
 31. Палагина М.В., Богрянцева И.Э., Понамарев В.В., Фищенко Е.С. Обоснование разработки новых питьевых йогуртов на основе технологии кисломолочных напитков функционального назначения // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2016. № 4 (80). С. 105–113.
 32. Wouters JTM, Ayad EHE, Hugenholtz J, Smit G. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *Int Dairy J*. 2002;12(2–3):91–109. doi: 10.1016/S0958-6946(01)00151-0
 33. Bertazzo A, Ragazzi E, Visioli F. Evolution of tryptophan and its foremost metabolites' concentrations in milk and fermented dairy products. *PharmaNutrition*. 2016;4(2):62–67. doi: 10.1016/j.phanu.2016.02.002
 34. Choi Y, Park E, Kim S, et al. Fermented milk with *Lactobacillus curvatus* SMFM2016-NK alleviates periodontal and gut inflammation, and alters oral and gut microbiota. *J Dairy Sci*. 2021;104(5):5197–5207. doi: 10.3168/jds.2020-19625
 35. Krela-Kāzmierczak I, Michalak M, Szymczak-Tomczak A, et al. Milk and dairy product consumption in patients with inflammatory bowel disease: Helpful or harmful to bone mineral density? *Nutrition*. 2020; 79–80:110830. doi: 10.1016/j.nut.2020.110830
 36. Мордвинова А.О. Фальсификация кисломолочной продукции и метрологические проблемы ее выявления // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 4–2. С. 153–157.
 37. Алибеков Р.С., Бахтыбекова А.Р., Орымбетова Г.Э. Анализ пищевой безопасности на основе стандарта ХАССП/МС ИСО 22000:2005 в производстве кисломолочного продукта // Вестник Алматинского технологического университета. 2016. № 4. С. 11–17.
 38. Белавина Г.А., Розаленок Т.А. Управление качеством и безопасностью при производстве кисломолочного продукта питания // Пищевые инновации в биотехнологии: сборник тезисов VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией А.Ю. Просекова. 16 мая 2018 года. Кемерово: Изд-во Кемеровского государственного университета, 2018. С. 186–187.
 39. Контарева В.Ю., Крючкова В.Ю. Управление качеством и безопасностью кисломолочных продуктов с применением элементов ХАССП // Инновационные аспекты технологического производства, экспертизы качества и безопасности сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию юбилею биотехнологического факультета. Персиановский, 28–29 ноября 2019 года. Персиановский: Изд-во Донского государственного аграрного университета, 2019. С. 272–277.
 40. Друкер О.В., Крючкова В.В., Скрипин П.В. Применение системы ХАССП как инструмента управления качеством и безопасностью обогащенного кисломолочного продукта // Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых производств: материалы международной научно-практической конференции. Персиановский, 07–08 февраля 2019 года. Персиановский: Изд-во Донского государственного аграрного университета, 2019. С. 179–184.

References

1. Petrova LA. Dairy products quality and consumers' preferences. *Obrazovanie i Nauka bez Granits: Fundamental'nye i Prikladnye Issledovaniya*. 2016;(3):64–70. (In Russ.)

2. Andreeva AYu, Zyablitsseva MA. [Labeling of fermented milk products as the main source of information about the product quality and safety.] In: *Quality of Products, Technologies and Education: Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference dedicated to the Tenth anniversary of the Department of Standardization, Certification and Food Technology, Magnitogorsk, March 30, 2016*. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University Publ.; 2016:15–20. (In Russ.)
3. Khedkar CD, Kalyankar SD, Deosarkar SS. Fermented foods: Fermented milks. In: Caballero, Finglas, Toldrá, eds. *Encyclopedia of Food and Health*. London: Elsevier Publ.; 2015:661–668. doi: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00286-5
4. Rakhimova YuN, Darovskikh LV. [The study of physicochemical properties and safety indicators of fermented milk products.] In: *Ecology of the Native Land: Problems and Solutions: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Kirov, April 28–29, 2016*. Kirov: Raduga-PRESS Publ.; 2016:200–203. (In Russ.)
5. Talipova IF. Quality of kefir to baby food: Assessment of realization of requirements. *Mezhdunarodnyy Studencheskiy Nauchnyy Vestnik*. 2017;(4–3):352–356. (In Russ.)
6. Patton S, McNamara JP. Milk in human health and nutrition. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier; 2021. doi: 10.1016/B978-0-12-818766-1.00214-2
7. Ivkova IA, Tolstoguzova TT. Examination of dry food product on safety indicators and setting of shelf life. In: *Effective Animal Husbandry as A Key to Successful Development of the Regional Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Omsk, December 6, 2017*. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin Publ.; 2017:164–167. (In Russ.)
8. Novokshanova AL, Ababkova AA, Abramov DV. Optimal consortia of microorganisms in protein fermented milk product. *Vestnik Mezhdunarodnoy Akademii Kholoda*. 2016;(4):23–29. (In Russ.) doi: 10.21047/1606-4313-2016-15-4-23-29
9. Matvienko IN. Health of the child and the role of dairy products. *Sovremennaya Pediatriya*. 2016;(5(77)):83–88. (In Russ.)
10. Gadzhieva AM, Gamzatova Z. Food quality and safety: modern man. *Teoriya i Praktika Sovremennoy Nauki*. 2021;(5(71)):340–343. (In Russ.)
11. Racheva KYu, Guzhva EV, Stakheeva LM, Romanova AS. Biological significance of milk in human nutrition. *Molodezh i Nauka*. 2016;(12):7. (In Russ.)
12. Yershov AS, Klopova AV. [The importance of milk for the human body.] In: *The “Knowledge Society” Concept as a New Form of Post-Industrial Society: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Sterlitamak, August 9, 2020*. Ufa: Omega Science Publ.; 2020:81–83. (In Russ.)
13. Minashina IN. Veterinary and sanitary assessment of dairy products in the food market. In: *Innovative Technologies of Food Production: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “From Inertia to Development: Scientific and Innovative Support of Agriculture”, Persianovsky, September 21–22, 2020*. Persianovsky: Don State Agrarian University Publ.; 2020:102–106. (In Russ.)
14. Gorbatova KK, Gunkova PI. Biochemistry of milk and dairy products. 5th ed. Saint Petersburg: GIORD Publ.; 2021. (In Russ.)
15. Belmer SV. Fermented milk products: from history to the present. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii*. 2019;64(6):119–125. (In Russ.) doi: 10.21508/1027-4065-2019-64-6-119-125
16. Akkurt S, Tomasula PM. Analysis of milk and dairy products: Bioactivity of milk components. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier; 2021. doi: 10.1016/B978-0-12-818766-1.00286-5
17. Masotti F, Cattaneo S, Stuknyte M, Pica V, de Noni I. Analytical advances in the determination of calcium in bovine milk, dairy products and milk-based infant formulas. *Trends Food Sci Technol*. 2020;103:348–360. doi: 10.1016/j.tifs.2020.07.013
18. Sun J, Chen H, Qiao Y, et al. The nutrient requirements of *Lactobacillus rhamnosus* GG and their application to fermented milk. *J Dairy Sci*. 2019;102(7):5971–5978. doi: 10.3168/jds.2018-15834
19. Zepeda-Hernández A, García-Amezquita LE, Requena T, García-Cayuela T. Probiotics, prebiotics, and synbiotics added to dairy products: Uses and applications to manage type 2 diabetes. *Food Res Int*. 2021;142:110208.
20. Mohammadi H, Ghavami A, Faghihimani Z, et al. Effects of probiotics fermented milk products on obesity measure among adults: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *J Funct Foods*. 2021;82:104494. doi: 10.1016/j.jff.2021.104494
21. Jooste PJ, Anelich L, Motarjemi Y. Safety of food and beverages: milk and dairy products. In: *Encyclopedia of Food Safety*. Academic Press; 2013:285–296. doi: 10.1016/B978-0-12-378612-8.00286-9
22. da Cruz Rodrigues VC, da Silva LGS, Simabuco FM, Venema K, Costa Antunes AE. Survival, metabolic status and cellular morphology of probiotics in dairy products and dietary supplement after simulated digestion. *J Funct Foods*. 2019;(55):126–134. doi: 10.1016/j.jff.2019.01.046
23. Kontareva VYu, Savitskaya TS. [The study of safety indicators of a fermented milk product enriched with a prebiotic complex.] In: *Promising Agricultural and Food Innovations: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Volgograd, June 6–7, 2019*. Volgograd: Sfera Publ.; 2019:200–203. (In Russ.)
24. Smirnov AV. Requirements of regulatory documents for indicators of quality and safety of kefir, koumiss and yogurt. *Voprosy Normativno-Pravovogo Regulirovaniya v Veterinarii*. 2019;(3):32–36. (In Russ.)
25. Malygina VD, Antoshina KA. [Characteristics of toxicological safety indicators of fermented dairy products of increased biological value.] *Tovaroved Prodovolstvennykh Tovarov*. 2017;(2):64–67. (In Russ.)
26. Fischer WJ, Schilter B, Tritscher AM, Stadler RH. Contaminants of milk and dairy products: Environmental contaminants. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier; 2016. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00699-5
27. Chen Y, Li C, Xue J, et al. Characterization of angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of fermented milk produced by *Lactobacillus helveticus*. *J Dairy Sci*. 2015;98(8):5113–5124. doi: 10.3168/jds.2015-9382
28. Panahipour L, Stähli A, Haiden N, Gruber R. TGF- β activity in cow milk and fermented milk products: An in vitro bioassay with oral fibroblasts. *Arch Oral Biol*. 2018;95:15–21. doi: 10.1016/j.archoralbio.2018.07.005
29. Bondareva GI. [Study of biotechnological properties of the microbial consortium.] *International Journal of Experimental Education*. 2015;(6):80–81. (In Russ.)
30. Popov PA. Microbiological composition of milk and ways of its contamination. *Nauchnyy Zhurnal KubGAU*. 2021;(168(04)):208–216. (In Russ.) doi: 10.21515/1990-4665-168-015
31. Palagina MV, Bogryanceva IE, Ponamarev VV, Fischenko ES. The rationale for the development of new drinking yoghurt based on the technology of fermented milk drink functional purpose. *Izvestiya Dalnevostochnogo Federal'nogo Universiteta. Ekonomika i Upravlenie*. 2016;(4(80)):105–113. (In Russ.) doi: 10.5281/zenodo.221325
32. Wouters JTM, Ayad EHE, Hugenholtz J, Smit G. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *Int Dairy J*. 2002;12(2–3):91–109. doi: 10.1016/S0958-6946(01)00151-0
33. Bertazzo A, Ragazzi E, Visioli F. Evolution of tryptophan and its foremost metabolites' concentrations in milk and fermented dairy products. *PharmaNutrition*. 2016;4(2):62–67. doi: 10.1016/j.phanu.2016.02.002
34. Choi Y, Park E, Kim S, et al. Fermented milk with *Lactobacillus curvatus* SMFM2016-NK alleviates periodontal and gut inflammation, and alters oral and gut microbiota. *J Dairy Sci*. 2021;104(5):5197–5207. doi: 10.3168/jds.2020-19625
35. Krela-Kazmierczak I, Michalak M, Szymczak-Tomczak A, et al. Milk and dairy product consumption in patients with inflammatory bowel disease: Helpful or harmful to bone mineral density? *Nutrition*. 2020;79–80:110830. doi: 10.1016/j.nut.2020.110830
36. Mordvinova AO. Falsificate dairy products and metrological problems of detection. *Mezhdunarodnyy Studencheskiy Nauchnyy Vestnik*. 2017;(4–2):153–157. (In Russ.)
37. Alibekov RS, Bakhtybekova AR, Orymbetova GE. The analysis of food safety on the basis of the HASSP/IS ISO standard 22000:2005 in the production of a cultured milk product. *Vestnik Almatinskogo Tekhnologicheskogo Universiteta*. 2016;(4):11–17. (In Russ.)
38. Belavina GA, Rozalenok TA. [Quality and safety management in the production of a fermented milk product.] In: *Food Innovations in Biotechnology: Proceedings of the Sixth International Scientific Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, Kemerovo, May 16, 2018*. Kemerovo: Kemerovo State University Publ.; 2018:186–187. (In Russ.)
39. Kontareva VYu, Kryuchkova VV. Quality and safety management fermented dairy products using HASSP principles. In: *Innovative Aspects of Production Technologies, Quality and Safety Expertise of Agricultural Raw Materials and Food Products: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 90th anniversary of the Faculty of Biotechnology, Persianovsky, November 28–29, 2019*. Persianovsky: Don State Agrarian University Publ.; 2019:272–277. (In Russ.)
40. Drucker OV, Kryuchkova VV, Skripin PV. The application of the HACCP system as a management tool the quality and safety of enriched fermented milk product. In: *Innovations in Food Production: From Animal Breeding to Food Production Technology: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Persianovsky, February 8, 2018*. Persianovsky: Don State Agrarian University Publ.; 2019:179–184. (In Russ.)



© Коллектив авторов, 2021

УДК 669.018:613.2

Современные методические подходы к пробоподготовке пищевых продуктов и растительного сырья для элементного анализа

*Н.Е. Федорова¹, М.В. Егорова^{1,2}, А.С. Родионов¹*¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д. 2, Московская обл., г.п. Мытищи, 141014, Российская Федерация²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, г. Москва, 125993, Российская Федерация

Резюме

Введение. Наиболее широкое распространение в сельскохозяйственной практике в качестве средств защиты растений от болезней получили различные соединения меди. С гигиенических позиций интерес представляет информация об избыточном накоплении меди в растениях за счет применения конкретной препаративной формы медьсодержащего пестицида.

Цель работы состояла в оценке возможности повышения достоверности результатов при анализе низких уровней остаточных количеств медьсодержащего пестицида в образцах яблок пламенным атомно-абсорбционным методом при использовании спектрометра высокого разрешения и разработанных подходов к пробоподготовке растительной продукции.

Материалы и методы. В ходе работы произведен анализ 30 образцов яблок, отобранных в трех различных почвенно-климатических зонах методами атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной и электротермической атомизацией. Произведена валидация обоих методов на 10 образцах с внесением меди на уровнях 1–5 нижнего предела количественного определения. Выполнен статистический расчет на основе простого теста Стьюдента для оценки значимости различий между результатами измерений с использованием пламенной и электротермической техники. Для уточнения возможности сравнения двух выборок использована оценка однородности дисперсий с помощью критерия Фишера.

Результаты. Использование методов криоизмельчения и микроволнового разложения в микроволновом реакторе в сочетании с атомно-абсорбционным спектрометром высокого разрешения с источником излучения сплошного спектра показали уменьшение разброса, снижение предела обнаружения и улучшение показателя повторяемости при анализе параллельных образцов. Результаты статистических расчетов подтвердили однородность дисперсий выборок данных, полученных для электротермической и пламенной техник, что дало основание для проведения теста Стьюдента. Тест Стьюдента показал незначительные различия между результатами измерений, полученных для метода атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной и метода с электротермической атомизацией.

Заключение. Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разработанный подход в сочетании с высокочувствительным оборудованием позволяет значительно снизить предел определения и разброс результатов.

Ключевые слова: медьсодержащие пестициды, растительная продукция, атомно-абсорбционная спектроскопия, микроволновая минерализация.

Для цитирования: Федорова Н.Е., Егорова М.В., Родионов А.С. Современные методические подходы к пробоподготовке пищевых продуктов и растительного сырья для элементного анализа // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 48–54. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-48-54>

Сведения об авторах:

Федорова Наталья Евгеньевна – д-р биол. наук, заведующая отделом аналитических методов контроля ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: fedorovane@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8278-6382>.

✉ **Егорова** Марина Валентиновна – канд. биол. наук, старший научный сотрудник отдела аналитических методов контроля ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; доцент кафедры гигиены ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: analyt1@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7452-9885>.

Родионов Александр Сергеевич – младший научный сотрудник отдела аналитических методов контроля ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: rodionovas@fferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0552-0174>.

Информация о вкладе авторов: Егорова М.В. и Федорова Н.Е. – концепция и дизайн исследования, взяли на себя ответственность за целостность всех частей рукописи и отредактировали её; Родионов А.С. – сбор, обработка и статистический анализ данных, написание рукописи, обзор литературы.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликовано: 31.08.21

Modern Methodological Approaches to Sample Preparation for the Determination of Trace Elements in Food Products and Plant Raw Materials

*Natalia E. Fedorova,¹ Marina V. Egorova,^{1,2} Alexander S. Rodionov¹*¹F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene,
2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,
Bldg 1, 2/1 Barrikadnaya Street, Moscow, 125993, Russian Federation

Summary

Introduction. Various copper compounds are most widely used as plant protection agents in agriculture. From a hygienic point of view, information on excessive accumulation of copper in plants related to the use of a specific formulation of copper-containing pesticides is of interest.

Our objective was to assess feasibility of increasing statistical significance of results of determining low residue levels of a copper-containing pesticide in apple samples by flame atomic absorption spectrometry using a high-resolution spectrometer in combination with developed approaches to sample preparation of plant-based foods, including homogenization with dry ice and microwave mineralization.

Materials and methods: We analyzed 30 samples of apples collected in three different agro-climatic zones by flame atomic absorption spectrometry and electrothermal atomization atomic absorption spectrometry. Both methods were validated on 10

samples with added copper at levels 1-5 of the lower limit of quantitation. A statistical calculation was performed based on a simple Student's test to assess the significance of differences between the results of measurements by flame and electrothermal techniques. Homogeneity of variances was estimated using the Fisher test to clarify the possibility of comparing two data sets. **Results:** The use of a technique of cryo-grinding and microwave decomposition in a microwave reactor in combination with a high-resolution continuum source atomic absorption spectrometry demonstrated a decrease in scattering and the limit of detection and better repeatability in the analysis of parallel samples. Results of statistical calculations confirmed the homogeneity of variances in data samples obtained for electrothermal and flame techniques, and the further Student's t-test showed insignificant differences between the results of measurements obtained by FAAS and ET-AAS.

Conclusion: Our findings prove that modern methods of sample preparation in combination with highly sensitive equipment allow a significant reduction in the limit of detection and scattering of test results.

Keywords: copper pesticides, plant-based foods, atomic absorption spectrometry, microwave mineralization.

For citation: Fedorova NE, Egorova MV, Rodionov AS. Modern methodological approaches to sample preparation for the determination of trace elements in food products and plant raw materials. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):48-54. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-48-54>

Author information:

Natalia E. Fedorova, Dr. Sci. (Biol.), Head of the Department of Analytical Control Methods, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: fedorovane@ferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8278-6382>.

✉ Marina V. Egorova, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Department of Analytical Control Methods, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: analyt1@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7452-9885>.

Alexander S. Rodionov, Junior Researcher, Department of Analytical Control Methods, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: rodionovas@ferisman.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0552-0174>.

Author contributions: Egorova M.V. and Fedorova N.E. developed the concept and design of the research, took responsibility for the integrity of all parts of the manuscript and edited it; Rodionov A.S. did data collection, processing, and statistical analysis, wrote the manuscript, and did a literature review.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение. Одним из ключевых направлений совершенствования сельского хозяйства является разработка эффективных средств защиты растений, отпугивающих или убивающих чужеродные организмы, помогая сохранить урожай [1]. Первые систематизированные исследования по разработке методов использования химических веществ в сельском хозяйстве начались еще в XIX веке с применения в защитных целях соединений мышьяка.

Первое протравливание семян с использованием ртутиорганических соединений в начале XX века в Германии способствовало росту использования веществ, содержащих тяжелые металлы, в качестве средств защиты растений [2]. Пестициды, содержащие в качестве действующего вещества тяжелые металлы, делятся на два основных подкласса: органические и неорганические.

К органическим пестицидам относят ртуть- и оловоорганические соединения. При этом использование ртутиорганических веществ строго ограничено в большинстве стран вследствие их высокой токсичности. Их применение возможно только при обработке семян от бактериальных и грибковых заболеваний. Оловоорганические пестициды позиционируются как фунгициды, бактерициды и акарициды [3], могут применяться в качестве антисептиков, однако тоже подлежат строгому контролю из-за высокой вредности. Особенным подклассом неорганических пестицидов, содержащих металлы, являются нанопестициды на основе частиц серебра, обладающие антимикробным эффектом. Однако их поведение в окружающей среде малоизучено, поэтому в настоящее время препараты этого класса не нашли широкое применение.

Наиболее часто сейчас в качестве средств защиты растений используются различные соединения меди. Они являются востребованными при борьбе с такими заболеваниями, как мучнистая роса, монолиоз, бактериоз и т. д. [4]. Пестициды, производимые на основе меди, обладают контактным действием и обычно наносятся до начала прорастания спор патогенов, так как эффективны только на поверхности растений [5]. Соединения меди вызывают денатурацию белка грибов и, соответственно, гибель микроорганизмов. Наибольшую

распространенность получили препараты на основе сульфата, гидроксида и оксихлорида меди [6, 7]. Препараты на основе меди могут обладать местным раздражающим действием, однако при этом ее сложно отнести к токсичным элементам.

Медь является необходимым элементом, входящим в состав гормонов, витаминов, ферментов, участвующим во множестве биохимических процессов. Недостаток меди может приводить к нарушениям гемоглобинообразования, угнетению сердечной деятельности, потере прочности костей, нарушениям обмена липидов. При этом повышенные концентрации меди в организме тоже несут за собой неблагоприятные последствия, в число которых входят расстройства нервной системы, ухудшение функции почек и печени, анемия и т. д. [7–9]. Медь является кофактором супероксиддисмутазы – фермента, участвующего в процессе перекисного окисления липидов [10]. Соответственно, избыток или недостаток этого микроэлемента может приводить к недостаточной или избыточной нейтрализации активных форм кислорода.

Активность накопления меди в организме зависит от различных факторов. Например, абсорбция меди усиливается при приеме животного белка. Также абсорбция ионов меди значительно интенсивнее происходит из солей (сульфатов, хлоридов и т. д.) [11].

При проведении гигиенических исследований интерес представляет информация об избыточном накоплении меди в растениях именно за счет применения конкретной препаративной формы медьсодержащего пестицида.

Традиционным методом контроля за содержанием металлов в растениях является метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) как наиболее удобный, точный и экспрессный в отношении указанных объектов [12]. При этом аналитическая задача измерения содержания меди в объектах растительного происхождения сводится в основном к переводу образца в раствор и непосредственно анализу. Следует отметить, что вывод о повышенных содержаниях аналита, обусловленных обработкой агрохимическими препаратами, делается косвенно, на основании различий в содержании элемента в опытных

и контрольных образцах. В качестве контрольных обычно выступают образцы, отобранные с участков, не подвергавшихся обработке.

Однако интерпретация полученных результатов может сильно осложняться за счет неоднородности структуры разлагаемого образца, находящей отражение в увеличении разброса при анализе параллельных проб, снижающей достоверность получаемых результатов.

Проблема гетерогенности образцов в действующих нормативно-методических документах решается за счет измельчения пробы в ступке после ее предварительного высушивания. Процедура позволяет добиться измельчения пробы, однако при попытке гомогенизации образцов с высоким содержанием влаги или при наличии других осложняющих факторов – семян в составе, плотной кожуры, необходимости увеличения массы навески и т. д. – метод может потребовать больших временных и физических усилий, при этом высокой степени гомогенности, вероятнее всего, достичь не удастся [13].

В качестве одного из способов решения указанных проблем, сравнительно недавно нашедшего применение при решении химико-аналитических задач, предлагается метод измельчения с твердым диоксидом углерода при помощи куттера. Метод криогомогенизации позволяет получить пробу высокой однородности, с размером частиц от 1 до 56 мкм всего за 5–6 минут [14], при этом масса измельчаемого образца зависит только от размера емкости используемого оборудования.

Еще большие возможности для улучшения показателя повторяемости при анализе образцов открывает применение современного оборудования при проведении разложения образцов. В настоящее время многие лаборатории переходят на использование систем микроволновой пробоподготовки, упростивших классические методы мокрого и сухого озоления [15], использовавшиеся при разложении проб. Микроволновой метод отличается простотой, экспрессностью, отсутствием перекрестной контаминации образцов и большей безопасностью для оператора. Новой ступенью в производстве микроволновых систем стали микроволновые реакторы [16]. Их неоспоримым преимуществом является возможность разложения за один цикл различных матриц разной массы. В таких системах вместо защитных кожухов используется инертный газ, нагнетаемый под высоким давлением в камеру реактора. Благодаря такому решению удается работать с более высокими давлениями и температурой.

Как было указано, для анализа образцов растительной продукции на содержание тяжелых металлов используется метод атомной абсорбции, реализующийся в двух техниках – пламенной и электротермической (ЭТА). Из-за необходимости работать с относительно низкими концентрациями веществ предпочтительнее использовать метод электротермической атомизации как наиболее чувствительный. Однако к недостаткам этого метода можно отнести его высокую стоимость и значительно большее время анализа, по сравнению с методами пламенной ААС. Теоретически сниже-

ние пределов обнаружения для пламенной техники возможно за счет использования новых методов детектирования и коррекции фона в современных атомно-абсорбционных спектрометрах высокого разрешения [17, 18]. В таких приборах используется пиксельный полупроводниковый детектор [19], обладающий более высокой чувствительностью по сравнению со стандартными фотоэлектронными умножителями. Преимуществом таких детекторов является возможность регулирования количества пикселей при детектировании: изменяя число оценочных пикселей, возможно влиять на чувствительность метода. Ставший доступным при использовании источников излучения сплошного спектра в сочетании с полупроводниковыми (CCD) детекторами метод коррекции фона по измерению интенсивности поглощения на длинах волн, располагающихся рядом с атомными линиями поглощения, также позволяет снизить пределы обнаружения.

Целью исследования являлась оценка возможности получения достоверных результатов при анализе низких уровней остаточных количеств медьсодержащего пестицида в образцах яблок пламенным атомно-абсорбционным методом при использовании спектрометра высокого разрешения и разработанных подходов к пробоподготовке растительной продукции.

В ходе исследования предполагалось провести предварительную подготовку образцов яблок, включающую гомогенизацию с сухим льдом и последующую минерализацию в микроволновом реакторе и анализ образцов методами электротермической и пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии. Значимость отличий между результатами анализа двумя различными техниками устанавливалась на основании простого теста Стьюдента, а также сравнения характеристик прецизионности, полученных для пламенного и электротермического методов измерения меди в образцах яблок, рассчитанных на основе валидационных тестов.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования выступали образцы листьев и плодов яблок, отобранных после обработки препаратом на основе сульфата меди трехосновного. Обработка яблок проведена в период вегетации в трех различных почвенно-климатических зонах¹. Включение в исследование образцов из разных почвенно-климатических зон обусловлено необходимостью учета различий в естественных содержаниях меди в зависимости от типов почв и климатических факторов. Отбор проб осуществлен несколько раз, параллельно отбирались и контрольные образцы [20].

Гомогенизация образцов выполнена с помощью куттера Robot Coupe R10 с емкостью рабочей чаши 11,5 л и скоростью вращения до 3000 об./мин. В чашу загружали всю пробу (масса проб составляла 300 г), туда же помещали сухой лед в соотношении 2 : 1 по отношению к объему пробы и измельчали в течение 5 минут. В качестве хладагента используется сухой лед².

Микроволновая минерализация образцов выполнена при помощи системы микроволнового

¹ Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. Утв. научно-техническим советом (секция земледелия и растениеводства) Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (протокол № 15 от 16.11.2018). М.: Минсельхоз России, 2018. URL: <https://mcs.gov.ru/upload/iblock/9a8/9a8fd716c8005c1d266df1e7908ed222.pdf>

² ГОСТ 12162–77 «Двуокись углерода твердая. Технические условия». М.: Издательство стандартов, 1995. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200018944>

разложения реакторного типа Milestone ULTRAWave ECR по стандартной программе для разложения фруктов и овощей. В качестве реагента для разложения использовали 5 см³ азотной кислоты. Для приготовления базового раствора для микроволнового реактора использовали 130 см³ деионизированной воды и 5 см³ азотной кислоты высокой степени чистоты. Для получения деионизированной воды I класса чистоты использована система очистки воды проточного типа Milli-Q Integral 5.

Условия минерализации и изменение температуры и давления в ходе процесса представлены на рисунке.

По окончании процесса разложения к образцам добавляли по 1 см³ перекиси водорода, затем штатив с пробирками для разложения помещали на ультразвуковую баню на 15 мин для ускорения процесса дегазации. Прозрачные образцы минерализата переводили в полипропиленовые пробирки на 50 см³ и доводили до метки ультразвуковой деионизированной водой.

Условия измерений. При проведении измерений концентрации меди в образцах растительной продукции использован атомно-абсорбционный спектрометр высокого разрешения ContrAA 800 D. В качестве источника внешнего излучения использована ксеноновая короткодуговая лампа сплошного спектра.

Измерения в режиме электротермической атомизации проводились при следующих условиях. Используемая длина волны – 327,3960 нм, учет неселективного поглощения осуществлялся с помощью измерения поглощения на длине волны вблизи атомной линии поглощения. Измерения проводились при использовании 3 оценочных пикселей. Ввод пробы осуществляли автоматически в кювету, объем вводимой пробы – 20 мкл. Температурный режим ЭТА: высушивание – 20 секунд при температуре 80 °С, 20 секунд при температуре 90 °С, 10 секунд при температуре 110 °С, озоление – 20 секунд при температуре 350 °С и 10 секунд при температуре 800 °С, атомизация – 4 секунды при температуре 2150 °С, отжиг – 4 секунды при температуре 2450 °С.

Измерения в режиме пламени проводили на длине волны 324,7540 нм, учет неселективного поглощения осуществлялся с помощью измерения поглощения на длине волны вблизи атомной линии поглощения. Измерения проводились при использовании 7 оценочных пикселей. Ввод пробы осуществляли с помощью пламенного автодозатора. Для атомизации пробы использовалось пламя ацетилен-воздух, при этом объемный расход ацетилена составил 50 дм³/ч, расход окислителя – 75 дм³/ч.

Все необходимые расчеты и статистический анализ проведены с использованием стандартной программы Excel в среде Windows 10 Professional.

Результаты. Итоги оценки значимости различий между результатами измерений концентрации меди сульфата трехосновного в образцах растительной продукции представлены в табл. 1.

Результаты, полученные при валидации пламенного и электротермического методов атомно-абсорбционного определения меди в образцах яблок, представлены в табл. 2.

Обсуждение результатов. Анализируя полученные в процессе статистических расчетов результаты, можно сделать вывод, что значение эмпирически рассчитанного критерия Стьюдента во всех трех почвенно-климатических зонах ниже табличных значений при уровне доверительной вероятности 95 %, что свидетельствует о незначимости различий между результатами измерений, полученных методами пламенной и электротермической атомно-абсорбционной спектрометрии. Обращает на себя внимание значительный разброс результатов, обусловленный естественной разницей для различных районов произрастания и различных климатических зон. Однако результат проведения теста однородности дисперсией с помощью критерия Фишера показал, что результаты можно сравнивать (эмпирическое значение критерия Фишера для I почвенно-климатической зоны составило 1,160; II почвенно-климатической зоны – 1,099; III почвенно-климатической зоны – 1,562; табличное значение критерия Фишера при (n-1) = 9; p = 0,95 составляет 3,1).

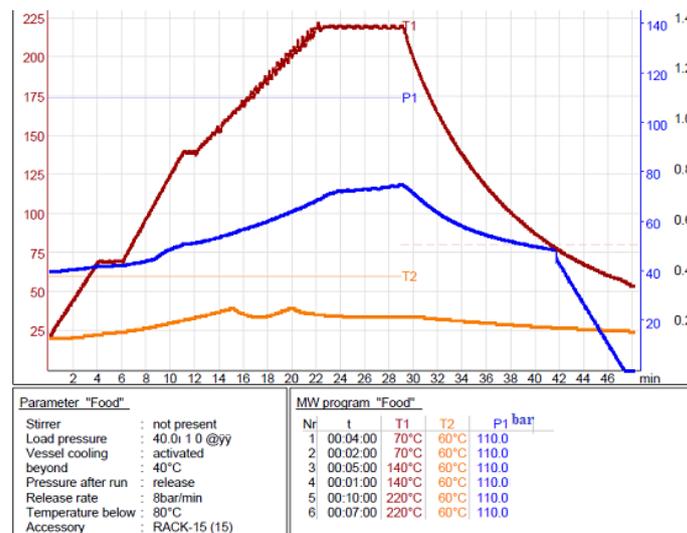


Рисунок. Условия минерализации (ось Y – температура, °С; ось X – время, мин.) T1 – температура в сосуде для минерализации; T2 – температура стенки реактора; P1 – давление в сосуде для минерализации

Figure. Sample mineralization conditions (Y – axis – temperature, °C; X – axis – time, min.).

T1 is the temperature in the mineralization vessel; T2 is the temperature of the reactor wall; P1 is the pressure in the mineralization vessel

Таблица 1. Результаты оценки значимости различий между результатами измерений концентрации меди сульфата трехосновного в образцах растительной продукции

Table 1. Results of assessing statistical significance of differences between the results of measuring the concentration of tribasic copper sulfate in samples of plant-based foods

Среднее значение, мкг/л / Mean, µg/L (n = 30)		Среднеквадратичное отклонение, мкг/л / Standard deviation, µg/L (n = 30)		Дисперсия / Dispersion		Критерий Стьюдента эмпирический / Student's t-test, empirical	Критерий Стьюдента табличный / Student's criterion, tabular (n = 10, p = 0,95)	
ААС-пламя / FAAS	ААС-ЭТА / ET-AAS	ААС-пламя / FAAS	ААС-ЭТА / ET-AAS	ААС-пламя / FAAS	ААС-ЭТА / ET-AAS			
I почвенно-климатическая зона / Agro-climatic zone I								
38,2	41,8	82,1	88,6	6741,8	7844,1	0,93	1,813	
II почвенно-климатическая зона / Agro-climatic zone II								
43,9	40,5	79,7	75,6	6350,9	5775,1	0,923		
III почвенно-климатическая зона / Agro-climatic zone III								
165,8	192,8	349,0	435,7	121506,5	189803,7	0,88		

Таблица 2. Сравнение данных по валидации пламенного и электротермического атомно-абсорбционного методов определения меди в образцах растительной продукции после микроволновой минерализации

Table 2. Comparison of data on the validation of the electrothermal atomization atomic absorption spectrometry and flame atomic absorption spectrometry techniques of determining copper in samples of plant products following microwave mineralization

№	Уровень внесения, мг/кг / Added copper, mg/kg	Полнота извлечения / Recovery, %	Число определений / Number of measurements n	Средняя полнота извлечения / Mean recovery %	Среднее квадратичное (стандартное) отклонение / Standard deviation %	Диапазон полноты извлечения / Recovery range %
<i>Яблоки – атомно-абсорбционная спектроскопия с электротермической атомизацией / Apples – Electrothermal atomization atomic absorption spectrometry</i>						
1	1,0	106,45 83,55 85,7 104,0 103,35	5	96,6	11,0	83–106
2	5,0	90,83 100,9 100,8 110,2 112,0	5	102,9	8,5	90–112
Среднее / Mean			10	99,8	9,8	83–112
<i>Яблоки – атомно-абсорбционная спектроскопия с пламенной атомизацией / Apples – Flame atomic absorption spectrometry</i>						
1	1,0	83,0 72,6 91,0 93,6 78,4	5	83,7	8,7	72–94
2	5,0	92,7 94,6 94,0 90,6 92,5	5	92,9	1,6	90–95
Среднее / Mean			10	88,3	5,2	72–95

В процессе валидации получены удовлетворительные значения открываемости и среднеквадратичного отклонения при использовании обоих методов измерений ($n = 10$).

Установленные результаты позволяют сделать вывод о том, что благодаря применению комбинаций современных методов пробоподготовки и аналитического оборудования метод пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии удастся приблизить по метрологическим характеристикам к электротермической атомной абсорбции. Метод криоизмельчения позволяет достичь высокой степени гомогенности растительной пробы любой сложности. Минерализация в микроволновом реакторе позволяет проводить разложение больших навесок, что увеличивает

представительность пробы. Относительно недавно популяризированные полупроводниковые детекторы в сочетании с мощным аппаратом коррекции фона в современных атомно-абсорбционных спектрометрах позволяют значительно повысить чувствительность измерений.

Обработка медьсодержащими препаратами может приводить не только к накоплению, как ожидается, в первые дни после обработки, но и к снижению содержания меди к концу вегетационного периода в обработанных растениях по сравнению с необработанными. Подобная ситуация неоднократно наблюдалась при изучении динамики разложения и накопления пестицидов на основе меди в пищевых продуктах различных районов произрастания³ [21].

³ EPA Guidelines for Responsible Pesticide Use. URL: https://www.epa.sa.gov.au/files/477372_guide_pesticides.pdf (дата обращения 21.04.2021).

Данные, полученные в натуральных условиях, показывают, что уровни естественного содержания меди в растительных объектах значительно разнятся и зависят от множества факторов – района произрастания, сорта растений, погодных условий в период вегетации, что отражается в накоплении микроэлементов, и других.

Данный фактор имеет особое значение и требует высокой точности определения при оценке накопления внесенных количеств действующих веществ на основе меди на фоне естественного содержания анализируемого элемента в объекте исследования.

Заключение. Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что применение комбинации современных методов пробоподготовки в сочетании с высокочувствительным оборудованием с новыми методами коррекции фонового поглощения и современным детектированием позволяет значительно снизить предел обнаружения и разброс даже при использовании менее чувствительной, однако более доступной техники пламенного атомно-абсорбционного анализа.

Криозмельчение сокращает временные затраты на гомогенизацию одной пробы с нескольких суток до нескольких минут. Микроволновые реакторы позволяют разлагать до 20 проб одновременно, при этом нет необходимости разделять циклы разложения проб с различными матрицами. Пламенная техника атомизации позволяет понизить стоимость анализа и значительно увеличить производительность.

Повышение достоверности химико-аналитического определения медьсодержащих пестицидов имеет значительный интерес при гигиенических исследованиях, в частности при заключении о присутствии элемента, обусловленном обработкой препаратом, а также при разработке эффективных процедур защиты растений.

Список литературы

1. Pandya IY. Pesticides and their applications in agriculture. *Asian J Appl Sci Technol.* 2018;2(2):894–900. Accessed April 21, 2021. <http://ajast.net/data/uploads/5023.pdf>
2. Мацкевич М.Н., Жовнер М.А., Пашукевич Н.А., Чумакова Д.В., Леончикова Е.В. Что такое пестициды и какая существует альтернатива им. Приложение 1. История, классификация и виды современных пестицидов. 2015. Ссылка активна на 21 апреля 2021. Доступно по: http://www.greencross.by/sites/default/files/files-for-download/2019/prilozhnie_1_istoriya_klassifikaciya_i_vidy_sovremennyh_pesticidov.pdf
3. Ширяев В.И. Оловоорганические соединения как инсектоакарициды // *Агрохимия.* 2010. № 3. С. 83–94.
4. Kn C, Peddi D, Chakravarthi M, Manivannan S. Biological control of plant diseases. In: Singh VK, Singh Y, Singh A, eds. *Eco-friendly Innovative Approaches in Plant Disease Management.* New Delhi: International Book Distributors Publ., 2012:147–166. Accessed April 21, 2021. https://www.researchgate.net/publication/232957601_Biological_Control_of_Plant_Disease
5. Printz B, Lutts S, Hausman JF, Sergeant K. Copper trafficking in plants and its implication on cell wall dynamics. *Front Plant Sci.* 2016;7:601. doi: 10.3389/fpls.2016.00601
6. Willis BE, Bishop WM. Understanding fate and effects of copper pesticides in aquatic systems. *J*

- Geosci Environ Prot.* 2016;4(5):37–42. doi: 10.4236/gep.2016.45004
7. Alkolaly AM, El-Nahas SE, Abdel-Rahman TA. Residual effect of certain copper fungicides used in controlling downy mildew of lettuce. *Egypt J Agric Res.* 2017;95(1):65–71. doi: 10.21608/ejar.2017.146265
8. Попов Д.А. Влияние меди на организм человека // *Бюллетень медицинских интернет-конференций.* Саратов: Наука и инновации. 2017. Т. 7. № 6. С. 1068.
9. Сульдина Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм // *Рациональное питание. Пищевые добавки и биостимуляторы.* 2016. № 1. С. 136–140.
10. Gupta A. Impact of pesticides on human and ecosystem health: Scientific, ethical and policy issues. In: *Proceedings of National Seminar on Toxicity of Chemicals and Their Hazards with Special Reference to Heavy Metals.* 2008:61–72.
11. Gosangi A. Effect of copper on lipid peroxidation and enzymatic antioxidants in sorghum bicolor. *Int J Adv Res.* 2017;5(9):424–430. doi: 10.21474/IJAR01/5346
12. Husak V. Copper and copper-containing pesticides: metabolism, toxicity and oxidative stress. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University.* 2015;2(1):38–50. doi: 10.15330/jpnu.2.1.38-50
13. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Техносфера. 2009. 784 с.
14. Юдина Ю.В. Изучение влияния способа измельчения растительного сырья на технологические свойства порошков // *Вестник Казахского Национального медицинского университета.* 2014. № 5. С. 126–127.
15. Усов Г.А., Палицына А.А., Еллиев Д.К., Герасименко А.С., Пильников Н.А. Лабораторные исследования измельчаемости при отрицательных температурах растительного сырья, совместно с диоксидом углерода («сухой лед») в измельчительных аппаратах центробежного типа. Уральская горная школа – регионам. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2017. С. 122–123.
16. Saleh MI, Murray RS, Chin CN. Ashing techniques in the determination of iron and copper in palm oil. *J Am Oil Chem Soc.* 1988;65(11):1767–1770. doi: 10.1007/BF02542378
17. Башилов А.В. Микроволновая подготовка проб к элементному анализу – вчера, сегодня, завтра // *Аналитика.* 2011. № 1 (1). С. 6–15.
18. Пупышев А. А. Атомно-абсорбционные спектрометры высокого разрешения с непрерывным источником спектра // *Аналитика и контроль.* 2008. Т. 12. № 3–4. С. 64–92.
19. Welz B, Vale M, Pereira E, Castilho I, Dessuy M. Continuum source atomic absorption spectrometry: past, present and future aspects – a critical review. *J Braz Chem Soc.* 2014;25(5):799–821. doi: 10.5935/0103-5053.20140053
20. Galbán J, de Marcos S, Sanz I, Ubide C, Zuriarrain J. CCD detectors for molecular absorption spectrophotometry. A theoretical and experimental study on characteristics and performance. *Analyst.* 2010;135(3):564–569. doi: 10.1039/b919480k
21. Федорова Н.Е., Егорова М.В., Родионов А.С., Гречина М.С. Контроль остаточных количеств медьсодержащих пестицидов в растительной продукции // *Овощи России.* 2020. № 3. С. 57–62. doi: 10.18619/2072-9146-2020-3-57-62

References

1. Pandya IY. Pesticides and their applications in agriculture. *Asian J Appl Sci Technol.* 2018;2(2):894–900. Accessed April 21, 2021. <http://ajast.net/data/uploads/5023.pdf>
2. Matskevich MN, Zhovner MA, Pashukevich NA, Chumakova DV, Leonchikova EV. What are pesti-

- des and what is an alternative. Appendix 1: History, classification and types of modern pesticides. Green Cross Belarus Publ., 2015. (In Russ.) Accessed April 21, 2021. http://www.greencross.by/sites/default/files/files-for-download/2019/prilozhnie_1_istoriya_klassifikaciya_i_vidy_sovremennyh_pesticidov.pdf
3. Shiryaev VI. [Organotin compounds as insectoacaricides.] *Agrokhimiya*. 2010;(3):83–94. (In Russ.)
 4. Kn C, Peddi D, Chakravarthi M, Manivannan S. Biological control of plant diseases. In: Singh VK, Singh Y, Singh A, eds. *Eco-friendly Innovative Approaches in Plant Disease Management*. New Delhi: International Book Distributors Publ., 2012:147–166. Accessed April 21, 2021. https://www.researchgate.net/publication/232957601_Biological_Control_of_Plant_Disease
 5. Printz B, Lutts S, Hausman JF, Sergeant K. Copper trafficking in plants and its implication on cell wall dynamics. *Front Plant Sci*. 2016;7:601. doi: 10.3389/fpls.2016.00601
 6. Willis BE, Bishop WM. Understanding fate and effects of copper pesticides in aquatic systems. *J Geosci Environ Prot*. 2016;4(5):37–42. doi: 10.4236/gep.2016.45004
 7. Alkolaly AM, El-Nahas SE, Abdel-Rahman TA. Residual effect of certain copper fungicides used in controlling downy mildew of lettuce. *Egypt J Agric Res*. 2017;95(1):65–71. doi: 10.21608/ejar.2017.146265
 8. Popov DA. [Effects of copper on the human organism.] *Byulleten' Meditsinskikh Internet-Konferentsiy*. 2017;7(6):1068. (In Russ.)
 9. Sul'dina TI. The content of heavy metals in food and their effect on the body. *Ratsional'noe Pitaniye. Pishchevye Dobavki i Biostimulyatory*. 2016;(1):136–140. (In Russ.)
 10. Gupta A. Impact of pesticides on human and ecosystem health: Scientific, ethical and policy issues. In: *Proceedings of National Seminar on Toxicity of Chemicals and Their Hazards with Special Reference to Heavy Metals*. 2008:61–72.
 11. Gosangi A. Effect of copper on lipid peroxidation and enzymatic antioxidants in sorghum bicolor. *Int J Adv Res*. 2017;5(9):424–430. doi: 10.21474/IJAR01/5346
 12. Husak V. Copper and copper-containing pesticides: metabolism, toxicity and oxidative stress. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*. 2015;2(1):38–50. doi: 10.15330/jpnu.2.1.38-50
 13. Pupyshev AA. [*Atomic absorption spectral analysis*.] Moscow: Tekhnosfera Publ., 2009. (In Russ.)
 14. Yudina YuV. Study of effect of method of raw materials grinding on technological properties of powders. *Vestnik Kazakhskogo Natsional'nogo Meditsinskogo Universiteta*. 2014;(5):126–127. (In Russ.)
 15. Usov GA, Palitsyna AA, Elliev DK, Gerasimenko AS, Pilnikov NA. Laboratory studies of grinding at negative temperatures of plant raw materials with carbon dioxide (“dry ice”) in grinding machines of centrifugal type. In: *Ural Mining School – to Regions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Yekaterinburg: Ural State Mining University Publ., 2017:122–123. (In Russ.)
 16. Saleh MI, Murray RS, Chin CN. Ashing techniques in the determination of iron and copper in palm oil. *J Am Oil Chem Soc*. 1988;65(11):1767–1770. doi: 10.1007/BF02542378
 17. Bashilov AV. Micro-wave preparation of samples for elemental analysis – yesterday, today, tomorrow. *Analitika*. 2011;(1(1)):6–15. (In Russ.)
 18. Pupyshev AA. The high-resolution continuum source atomic absorption spectrometers. *Analitika i Kontrol'*. 2008;12(3–4):64–92. (in Russ.)
 19. Welz B, Vale M, Pereira E, Castilho I, Dessuy M. Continuum source atomic absorption spectrometry: past, present and future aspects – a critical review. *J Braz Chem Soc*. 2014;25(5):799–821. doi: 10.5935/0103-5053.20140053
 20. Galbán J, de Marcos S, Sanz I, Ubide C, Zuriarrain J. CCD detectors for molecular absorption spectrophotometry. A theoretical and experimental study on characteristics and performance. *Analyst*. 2010;135(3):564–569. doi: 10.1039/b919480k
 21. Fedorova NE, Egorova MV, Rodionov AS, Grechina MS. Control of residual amounts of copper-containing pesticides in plant products. *Ovoshchi Rossii*. 2020;(3):57–62. (In Russ.) doi: 10.18619/2072-9146-2020-3-57-62



Влияние противоэпидемических (карантинных) мероприятий в условиях пандемии COVID-19 на снижение и распространение инфекций с аэрогенным механизмом передачи (на примере ветряной оспы)

Е.П. Лаврик¹, А.Г. Кравченко¹, Г.М. Трухина²,
А.А. Герасимова¹, С.А. Высотин¹, А.Т. Высотина¹

¹Туапсинский филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» Роспотребнадзора, ул. Свободы, д. 3а, г. Туапсе, 352800, Российская Федерация

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д. 2, Московская обл., г.п. Мытищи, 141014, Российская Федерация

Резюме

Введение. Пандемия коронавирусной инфекции COVID-19 внесла существенные изменения в жизнедеятельность населения и в формирование инфекций с аэрозольным механизмом передачи возбудителя, изучение которых позволяет определять приоритетность предупредительных мероприятий.

Цель исследования – оценить степень влияния введенного в Краснодарском крае режима самоизоляции с соблюдением социального (физического) дистанцирования в общественных местах в условиях пандемии COVID-19 на уровень заболеваемости инфекциями с аэрозольным механизмом передачи на примере ветряной оспы.

Материалы и методы. В работе представлен ретроспективный анализ заболеваемости населения Туапсинского района Краснодарского края ветряной оспой за 10 лет. Материалом послужили данные по инфекционной заболеваемости по форме № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» по Туапсинскому району за 2011–2020 годы (месячные и годовые), использовалось программное обеспечение «Заболеваемость популяционная», версия 5. Применены стандартные приемы и методы, используемые для изучения эпидемического процесса.

Результаты. Введение в 2020 году в стране строгих ограничительных мер в условиях пандемии COVID-19 послужило причиной существенного снижения заболеваемости ветряной оспой среди населения Туапсинского района на 741 % по сравнению со среднепогодным показателем (СМП), в апреле–мае заболеваемость составила 30,98 случая на 100 тыс. нас., что достоверно ниже СМП в 7,4 раза, в июле–сентябре регистрировалась на уровне 7,75 случая, что в 18,8 раза ниже СМП. Основное количество заболевших ветряной оспой в Туапсинском районе (как и по стране в целом) составляли дети – 94,02 % (РФ – 94,3 %), и наибольшая доля случаев заболевания (61 %) приходилась на детей в возрасте от 3 до 6 лет.

Выводы. Введение режима локдаун, соблюдение гражданами самоизоляции с соблюдением социального (физического) дистанцирования в условиях пандемии COVID-19 существенно влияет на снижение уровня инфекционной заболеваемости с аэрозольным механизмом передачи среди населения в отсутствие эффективной вакцинации.

Ключевые слова: ветряная оспа, уровень заболеваемости, SARS-CoV-2, пандемия COVID-19, режим самоизоляции, локдаун, соблюдение социального (физического) дистанцирования.

Для цитирования: Лаврик Е.П., Кравченко А.Г., Трухина Г.М., Герасимова А.А., Высотин С.А., Высотина А.Т. Влияние противоэпидемических (карантинных) мероприятий в условиях пандемии COVID-19 на снижение и распространение инфекций с аэрогенным механизмом передачи (на примере ветряной оспы) // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 55–62. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-55-62>

Сведения об авторах:

Лаврик Евгений Петрович – главный врач Туапсинского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» Роспотребнадзора; e-mail: cross.tuapse@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8150-2595>.

Кравченко Анна Георгиевна – эпидемиолог Туапсинского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» Роспотребнадзора; e-mail: fbuz.kravchenko@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1151-5283>.

✉ **Трухина** Галина Михайловна – д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела микробиологических методов исследования окружающей среды ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: trukhina@list.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9955-7447>.

Герасимова Анна Анатольевна – врач по общей гигиене Туапсинского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» Роспотребнадзора e-mail: fbuz.gerasimova@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7500-9742>.

Высотин Сергей Александрович – эпидемиолог Туапсинского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» Роспотребнадзора; e-mail: dr.vysotin2009@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3583-9562>.

Высотина Алина Талгатовна – врач по общей гигиене Туапсинского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» Роспотребнадзора; e-mail: alinasafitova@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3031-6706>.

Информация о вкладе авторов: Трухина Г.М. – формулирование концепции и дизайна исследования; Лаврик Е.П. – анализ и интерпретация данных, подготовка текста статьи; Кравченко А.Г. – анализ данных, подготовка текста статьи; Высотин С.А., Герасимова А.А. – сбор информации и участие в анализе материалов; Высотина А.Т. – сбор информации и участие в анализе материалов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликовано: 31.08.21

Reducing Effects of Anti-Epidemic (Quarantine) Measures during the COVID-19 Pandemic on the Incidence and Spread of Airborne Infectious Diseases (Based on the Example of Varicella)

Evgeny P. Lavrak,¹ Anna G. Kravchenko,¹ Galina M. Trukhina,²
Anna A. Gerasimova,¹ Sergey A. Vysotin,¹ Alina T. Vysotina¹

¹Tuapse Branch Office of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnodar Krai,
3A Svobody Street, Tuapse, Krasnodar Krai, 352800, Russian Federation

²F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene,
2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

Summary

Background. The coronavirus pandemic, also known as the COVID-19 pandemic, introduced significant changes in vital activities of the population and spread of airborne infectious diseases, the study of which enables ranking of preventive measures.

The objective of our study was to assess the degree of influence of the lockdown and social distancing imposed in the Krasnodar Krai in 2020 due to the pandemic on the incidence of airborne communicable diseases based on the example of varicella. **Materials and methods.** We conducted a retrospective analysis of a 10-year incidence of varicella in the population of the Tuapse district, Krasnodar Krai using monthly and annual data on the incidence of infectious and parasitic diseases (Form No. 2) in the Tuapse district for 2011–2020 and the “Population Incidence” software, version 5, by applying standard techniques and methods of studying the epidemic process.

Results. Stringent restrictive measures taken in the country in 2020 in the context of the COVID-19 pandemic caused a significant decrease (by 741 %) in the incidence of chickenpox among the population of the Tuapse district compared to the long-term average rate. In April – May and July – September 2020, varicella incidence rates were 30.98 and 7.75 per 100 thousand population or 7.4 and 18.8 times lower than the long-term average, respectively. The majority of chickenpox cases in the Tuapse district (as in the country as a whole) were pediatric – 94.02 % (RF – 94.3 %), with children aged 3 to 6 years making up 61 % of the total.

Conclusion. The lockdown and social distancing imposed during the COVID-19 pandemic has a significant reducing effect on the incidence of airborne infectious diseases in the population in the absence of effective vaccination.

Keywords: varicella, incidence rate, SARS-CoV-2, COVID-19 pandemic, lockdown, social distancing.

For citation: Lavrik EP, Kravchenko AG, Trukhina GM, Gerasimova AA, Vysotin SA, Vysotina AT. Reducing effects of anti-epidemic (quarantine) measures during the COVID-19 pandemic on the incidence and spread of airborne infectious diseases (based on the example of varicella). *Zdorov'e Naseleeniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):55–62. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-55-62>

Author information:

Evgeny P. **Lavrik**, Chief Physician, Tuapse Branch Office of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnodar Krai; e-mail: cross.tuapse@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8150-2595>.

Anna G. **Kravchenko**, epidemiologist, Tuapse Branch Office of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnodar Krai; e-mail: fbuz.kravchenko@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1151-5283>.

✉ Galina M. **Trukhina**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Head of the Department of Microbiological Methods of Environmental Research, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: trukhina@list.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9955-7447>.

Anna A. **Gerasimova**, hygienist, Tuapse Branch Office of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnodar Krai; e-mail: cross.tuapse@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7500-9742>.

Sergey A. **Vysotin**, epidemiologist, Tuapse Branch Office of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnodar Krai; e-mail: dr.vysotin2009@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3583-9562>.

Alina T. **Vysotina**, hygienist, Tuapse Branch Office of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Krasnodar Krai; e-mail: alinasafitova@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3031-6706>.

Author contributions: *Trukhina G.M.* formulated the concept and design of the study; *Lavrik E.P.* and *Kravchenko A.G.* analyzed and interpreted data and wrote the manuscript; *Vysotin S.A.*, *Gerasimova A.A.*, and *Vysotina A.T.* did data collection and assisted in the analysis; all authors contributed to the discussion and gave final approval of the version to be published.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение. Антропонозные вирусные инфекции с аэрозольным механизмом передачи, такие как корь, краснуха, эпидемический паротит и ветряная оспа, составляют большую группу заболеваний в инфекционной патологии. Издавна они считаются детскими инфекциями и инфекциями организованных коллективов. В настоящее время отмечается их «повзросление», они все чаще встречаются среди взрослого населения. Ветряная оспа – самая распространенная детская инфекция и по количеству случаев уступает лишь острым респираторным инфекциям. После перенесенной в детстве инфекции в ганглиях задних корешков спинного мозга формируется пожизненное носительство вируса в дремлющем состоянии. В момент ослабления клеточного звена иммунной системы под влиянием факторов внешней среды, психоэмоциональной перегрузки происходит реактивация вируса, которая клинически проявляется в виде опоясывающего герпеса [1–4]. Заболеваемость ветряной оспой в РФ, согласно рейтинговой оценке инфекционных болезней по величине экономического ущерба за последние 10 лет, стабильно занимает 2–3-е места. В 2020 г. по величине экономического ущерба ветряная оспа по-прежнему занимала одно из лидирующих мест. Зарегистрировано более 490 тыс. случаев заболевания, показатель заболеваемости составил 333,91 случая на 100 тыс. населения при среднемноголетней заболеваемости 517,0. Основное число заболевших ветряной оспой составили дети (2020 г. – 94,9 %), большинство случаев заболевания (75 %) зарегистрировано среди детей в возрасте от 1 года до 6 лет, в том числе более половины (60 %) заболеваний – у детей в возрасте 3–6 лет¹ [5–8]. Основной мерой профилактики

данного инфекционного заболевания по-прежнему является изоляция больного (как и при заболевании COVID-19 до начала масштабной вакцинации). Применение максимально жестких организационно-ограничительных мер в масштабах Москвы, обеспечивающих разрыв механизма передачи SARS-CoV-2, и высокая дисциплина населения по исполнению режима самоизоляции позволили не допустить экспоненциального роста заболеваемости COVID-19. Анализ динамики выявления новых случаев COVID-19 показал, что эффект от применения мер по разобщению и режима самоизоляции в условиях мегаполиса наступает через временной промежуток, равный 3,5 инкубационного периода, при его максимальной длительности 14 дней [9–12]. Соблюдение социального (физического) дистанцирования и режима самоизоляции в условиях пандемии COVID-19 как мера профилактики распространения в социальной среде инфекций с аэрозольным механизмом передачи представляло интерес с позиций изучения заболеваемости ветряной оспой в этот период по следующим причинам: большой накопленный опыт слежения за заболеваемостью ветряной оспой, а также схожесть данных инфекций по ряду признаков: вирусная природа инфекций, единый механизм передачи (аэрозольный), высокий индекс контагиозности (ветряная оспа – до 90 %), схожие факторы передачи: воздух, контаминированные предметы обихода; высокий риск инфицирования в течение жизни человека (ветряная оспа – до 95 %), возможность инapparантного течения инфекции. Вакцинопрофилактика ветряной оспы, как и новой коронавирусной инфекции, в мире внедрена относительно недавно, и на современном этапе

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. С. 142–144.

пока еще до конца не изучено, в течение какого срока будет сохраняться поствакцинальный иммунитет [13–20]². Кроме того, в большинстве случаев диагностика ветряной оспы не затруднена и клинический диагноз может поставить врач даже без использования лабораторных методов исследования, в случае если они недоступны, за тому же достаточно высокая обращаемость за медицинской помощью по поводу ветряной оспы среди населения позволяет вести весьма достоверный учет заболеваемости.

Особенности эпидемического процесса SARS-CoV-2, как и при ветряной оспе, определяют два главных фактора: аэрозольный механизм передачи инфекции и всеобщая восприимчивость населения. При этом для ветряной оспы характерен эпидемический процесс с выраженной осенне-зимней сезонностью: на январь–май приходится более 60,0 % всех регистрируемых случаев заболевания; наиболее часто заболевание отмечают среди детей, посещающих ДДУ, первые классы школ, и к 15 годам около 70–90 % населения успевает переболеть.

Основной мерой профилактики данного инфекционного заболевания по-прежнему является изоляция больного (как и при заболевании COVID-19 до начала масштабной вакцинации). В 2018 году в РФ вышли Санитарные правила по профилактике ветряной оспы и опоясывающего лишая³, и с этого года в Туапсинском районе в организованных коллективах стали активнее применяться меры по изоляции заболевших: доступ заболевшего в организованный коллектив осуществлялся согласно п.п. 5.2 СП 3.1.3525–18, т. е. по истечении 5 дней со времени появления последнего свежего элемента сыпи. Однако на практике изоляция больными соблюдалась не всегда, многие больные активно посещали парки, скверы, общественные места. Известны случаи организации «ветряночных вечеринок», когда мамы больных детей устраивали приемы гостей, куда приглашались дети, которые не болели ветряной оспой ранее [21].

Однако ветрянку можно предотвратить с помощью иммунизации [22–24]. В Российской Федерации вакцинация против ветряной оспы включена в Национальный календарь профилактических прививок (Приказ Министерства здравоохранения РФ от 21 марта 2014 г. № 125н) по эпидемиологическим показаниям: дети и взрослые из групп риска, включая лиц, подлежащих призыву на военную службу, ранее не привитые и не болевшие ветряной оспой. Так, в Туапсинском районе Краснодарского края начиная с 2018 года ежегодно прививаются только лица, подлежащие призыву на военную службу, ранее не привитые и не болевшие ветряной оспой.

Цель исследования – оценить степень влияния введенного в Краснодарском крае с 21.03.2020 режима самоизоляции с соблюдением социального (физического) дистанцирования в общественных местах в условиях пандемии COVID-19 (режим локдаун) на уровень заболеваемости инфекциями с аэрозольным механизмом передачи (на примере заболеваемости ветряной оспой среди населения).

Материалы и методы. Материалом для проведения исследования являлись данные инфекци-

онной заболеваемости по форме статистической отчетности № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» по Туапсинскому району за 2011–2020 гг. (месячные и годовые), использовалось программное обеспечение «Заболеваемость популяционная», версия 5. Анализ заболеваемости населения Туапсинского района Краснодарского края ветряной оспой за 10 лет проведен с использованием стандартных приемов и методов, применяемых для изучения эпидемического процесса (ретроспективный эпиданализ). Статистическую обработку материала проводили с использованием программы Statistica 6.1, оценку достоверности параметров осуществляли с помощью *t*-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Для Туапсинского района Краснодарского края характерна высокая заболеваемость ветряной оспой среди населения. На протяжении последних 10 лет она стабильно выше, чем в целом по стране и по Краснодарскому краю. Средний многолетний показатель заболеваемости ветряной оспой за 2009–2019 гг. в Российской Федерации составил 570,76 случая на 100 тыс. населения, а по Туапсинскому району – 829,90 (рис. 1). Также для Туапсинского региона характерны подъемы заболеваемости каждые 2–3 года. Основное количество заболевших ветряной оспой в Туапсинском районе (как и по стране в целом) составляют дети – 94,02 % (РФ – 94,3 %), и наибольшая доля случаев заболевания (61 %) приходилась на детей в возрасте от 3 до 6 лет. Из них доля организованных детей (дети дошкольных организаций) составляли в разные годы от 94,2 до 96,4 % от общего числа детей возрастной категории 3–6 лет. Заболеваемость детей дошкольного возраста и определяет многолетнюю цикличность эпидемического процесса ветряной оспы.

По результатам проведенного анализа за период 2011–2020 гг. сезонный подъем заболеваемости ветряной оспой в Туапсинском районе Краснодарского края приходился на зимне-весенний период. Среднемноголетний показатель (СМП заболеваемости) в январе–апреле составил 135,3 на 100 тыс. нас., снижение заболеваемости наблюдалось к маю до 75,4, и в летние месяцы составлял 27,7 с минимумом в августе – 16,9. В последующие месяцы отмечался подъем заболеваемости, и СМП с сентября по декабрь регистрировался на уровне 145,6 на 100 тыс. нас.

Итак, для Туапсинского района характерно, что заболеваемость ветряной оспой в период сезонного подъема (январь–апрель) 2011–2019 гг. определялась выше верхнего подъема круглогодичной заболеваемости, увеличиваясь в 1,38 раза. При этом коэффициент сезонности (КС), который отражает долю заболеваний, обусловленных сезонными факторами, за анализируемый период составлял 80,75 % среди всех заболевших (из них 57,06 % – дети от 0 до 14 лет и 53,15 % – дети возрастной категории 3–6 лет). Однако в 2020 г. при расчете индекса сезонности и коэффициента сезонности получены следующие значения: ИС = 3,2 и КС = 97,3 %, т. е. доля заболеваний ветряной оспой в период сезонного подъема в 2020 г. составила 97,3 %, это значит, что заболеваемость ветряной оспой в период сезонного

² Инфекционные болезни и эпидемиология: Учебник / В.И. Покровский, С.Г. Пак, Н.И. Брико, Б.К. Данилкин. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 816 с.

³ СП 3.1.3525–18 «Профилактика ветряной оспы и опоясывающего лишая». М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 24 с.

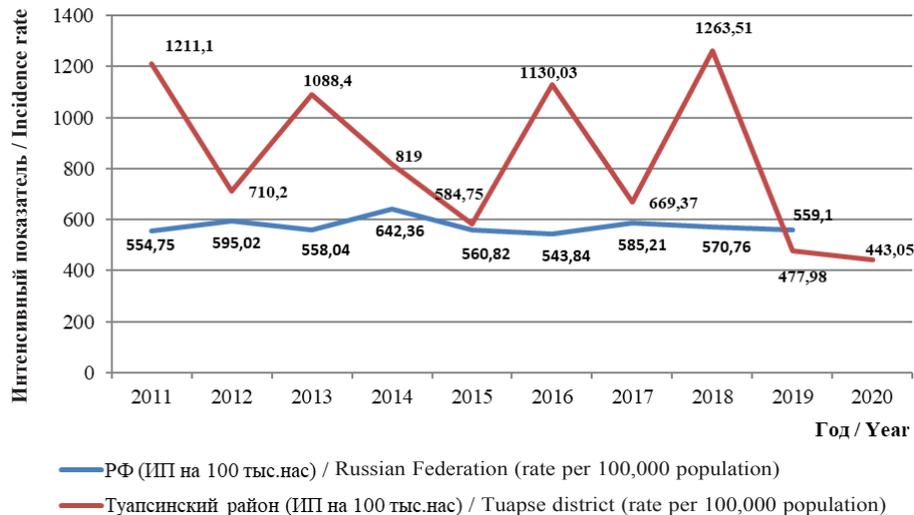


Рис. 1. Заболеваемость ветряной оспой за 2011–2020 гг. в Туапсинском район в сравнении с данными по РФ
Fig. 1. The incidence of chickenpox in the Tuapse district and the Russian Federation, 2011–2020

подъема (январь–апрель) в 2020 г. в 3,2 раза выше верхнего подъема круглогодичной заболеваемости за 2020 статистический год (тогда как в период 2011–2019 гг. ИС = 1,38).

Средний темп прироста за год в период 2011–2019 гг. составил 4,1 %, что свидетельствует об умеренном росте заболеваемости ветряной оспой в данный период, при этом средний темп прироста за 3 месяца с января по март в анализируемые годы составлял 3,7, что также свидетельствует об умеренном росте заболеваемости ветряной оспой в первом квартале 2020 года; в период с апреля по июнь 2020 года наблюдалось снижение заболеваемости; в период с июля по сентябрь средний темп прироста достигал 0,28 (стабильная заболеваемость), и далее в период с октября по декабрь средний темп прироста составил 2,2 (средневыраженная тенденция к росту заболеваемости). Данную картину можно объяснить формированием в сентябре–октябре «молодых» неиммунных коллективов в детских дошкольных организациях и младшей школе. Пиковые уровни заболеваемости в зимние месяцы объясняются пребыванием детских коллективов в закрытых помещениях детских учреждений (т. е. в помещениях с закрытыми окнами и фрамугами), что, к сожалению, имеет место в холодный период года в детских учреждениях. К тому же изоляция больных ветряной оспой в предшествующие годы зачастую не соблюдалась самими больными. Так как большая доля заболевших проходили амбулаторное лечение и их состояние в большинстве случаев было удовлетворительным, то больные активно посещали общественные заведения. Родители здоровых детей во многих случаях стремятся к тому, чтобы их ребенок переболел именно в дошкольном возрасте, и нередко устраивают совместные прогулки и встречи с больными детьми в период высыпаний.

Для оценки влияния режима самоизоляции с соблюдением социального (физического) дистанцирования в условиях пандемии COVID-19 в 2020 году (режим локдаун) на уровень заболеваемости ветряной оспой среди населения Туапсинского района каждый эпидемиологический год анализируемого периода с 2011 по 2020 год был разбит на четыре отрезка по времени:

– январь–март (период года, который в 2020 году соответствует периоду до введения карантинных мер);

– апрель–июнь (период года, на который пришелся режим локдаун в 2020 году: период введения строгих карантинных мер, запрет на функционирование организаций, учреждений);

– июль–сентябрь (период года, в котором в 2020 году началось ослабление ограничительных мероприятий, частично возобновлено функционирование организаций, учреждений);

– октябрь–декабрь (период года, который в 2020 году соответствует периоду, когда полностью возобновили работу все детские и подростковые учреждения и прочие организации, ограничительные мероприятия касались только ношения СИЗ и соблюдения социальной дистанции).

В результате проведенного многолетнего анализа заболеваемости ветряной оспой выявлено: заболеваемость в период с января по март в Туапсинском районе в разные годы варьирует, и периодичность максимумов наблюдается каждые 2–3 года (рис. 2). Между тем в 2020 году выявлено, что заболеваемость в период с января по март среди всего населения Туапсинского района была на уровне 309,05 случая на 100 тыс. нас., что ниже СМП за этот период (СМП за 10 лет – 432,09), но различия величин статистически не значимы (t -критерий Стьюдента = 1,61; $p = 0,05$). Заболеваемость в 2020 году ниже показателей 2018 года в 2,6 раза (ИП 2018 г. – 805,24 на 100 тыс. нас.), однако выше аналогичного показателя за 2019 год (ИП – 190,42 на 100 тыс. нас.), 2017 год (ИП – 188,07 на 100 тыс. нас.), 2015 год (ИП – 224,37 на 100 тыс. нас.), 2012 год (ИП – 305,74 на 100 тыс. нас.), что объясняется проявлением малых (2–6 лет) эпидемических циклов.

В период введения строгих карантинных мер, когда была полностью приостановлена деятельность большинства организаций, в том числе общеобразовательных и детских дошкольных организаций (апрель–июнь), заболеваемость ветряной оспой всего населения Туапсинского района за 3 месяца значительно снизилась. Так, за анализируемый период 2020 г. заболеваемость ветряной оспой составила 30,98 на 100 тыс. нас., что статистически достоверно ниже СМП за 10 лет

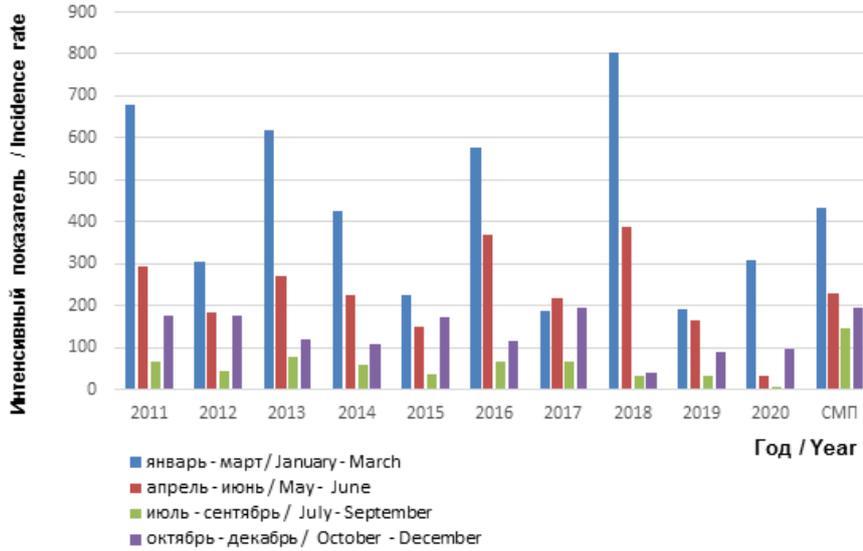


Рис. 2. Заболеваемость ветряной оспой населения Туапсинского района Краснодарского края по отрезкам времени за 2011–2020 гг. в соответствии с периодами режимных ограничений, принятых в 2020 году
Fig. 2. The incidence of chickenpox in the population of the Tuapse district, Krasnodar Krai, in 2011–2020 in different periods of lockdown restrictions during the year

в 7,4 раза (СМП – 229,7, $t = 6,13$ при значении 2,048, $p = 0,05$) и стабильно ниже аналогичных показателей за предыдущие годы: 2019 г. – 166,52 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 5,37 раза), 2018 г. – 386,88 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 12,5 раза), 2017 г. – 218,01 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 7 раза), 2016 г. – 368,74 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 11,9 раза), 2015 г. – 150,61 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 4,8 раза), 2014 г. – 225,47 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 5,66 раза), 2013 г. – 272,50 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 8,8 раза), 2012 г. – 183,28 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 5,9 раза), 2011 г. – 293,98 на 100 тыс. нас. (2020 г.: ниже в 9,5 раза).

При анализе возрастной структуры заболеваемости ветряной оспой выявлено, что наибольший вклад в формирование показателя заболеваемости вносит группа детей в возрасте 3–6 лет (второе ранговое место принадлежало детям 7–14 лет) и большинство зарегистрированных случаев инфекции приходится на детей, поэтому мы рассмотрели

заболеваемость ветряной оспой у детей в возрасте 0–14 лет и отдельно 3–6 лет (рис. 3).

Так, уровень заболеваемости ветряной оспой (ИП на 100 тыс. нас.) в период действия режима локдауна среди детей до 14 лет за анализируемый период 2020 г. составил 145,88 на 100 тыс. нас., что статистически достоверно ниже СМП за 10 лет в 8,5 раза (СМП – 1243,9, $t = 6,35$ при значении 2,048, $p = 0,05$) и стабильно ниже аналогичных показателей за предыдущие годы: 2019 г. – 859,16 на 100 тыс. нас. (снижение в 5,8 раза), 2018 г. – 2093,02 на 100 тыс. нас. (снижение в 14 раз), 2017 г. – 1157,2 на 100 тыс. нас. (снижение в 7,9 раза), 2016 г. – 2107,89 на 100 тыс. нас. (снижение в 14,5 раза), 2015 г. – 849,87 на 100 тыс. нас. (снижение в 5,8 раза), 2014 г. – 1260,19 на 100 тыс. нас. (снижение в 8,6 раза), 2013 г. – 1374,76 на 100 тыс. нас. (снижение в 9,4 раза), 2012 г. – 967,61 на 100 тыс. нас. (снижение в 6,6 раза), 2011 г. – 1623,26 на 100 тыс. нас. (снижение в 11 раз).

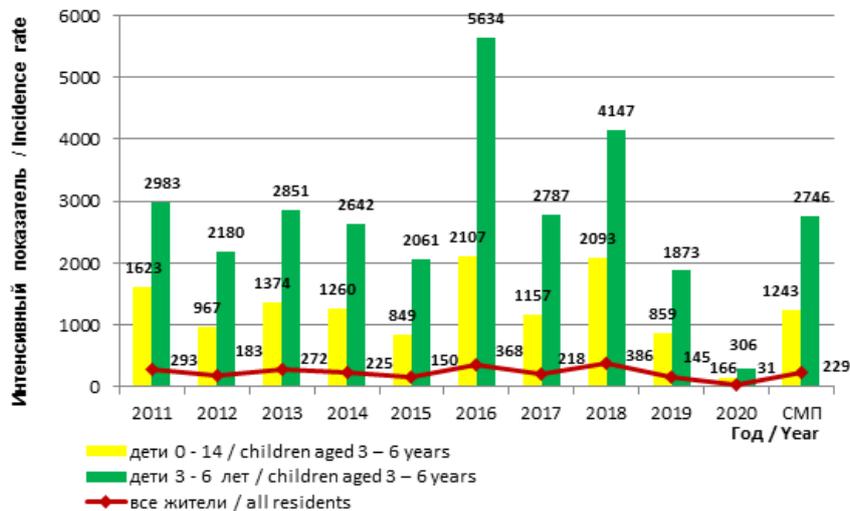


Рис. 3. Заболеваемость ветряной оспой населения Туапсинского района Краснодарского края по возрастным категориям за период апрель–июнь, соответствующий периоду ограничительных мер, принятых 2020 году за 2011–2020 гг.
Fig. 3. Age-specific incidence of chickenpox in the population of the Tuapse district, Krasnodar Krai, during the lockdown of April–June 2020 and in the same months of 2011–2020

Уровень заболеваемости ветряной оспой среди детей до 3–6 лет в анализируемый период 2020 г. составил 306,12 на 100 тыс. нас., что статистически достоверно ниже СМП за 10 лет в 8,9 раза (СМП – 2746,9, $t = 6,24$ при значении 2,048, $p = 0,05$) и стабильно ниже аналогичных показателей за предыдущие годы: 2019 г. – 1874 на 100 тыс. нас. (снижение в 6,1 раза), 2018 г. – 4147,7 на 100 тыс. нас. (снижение в 13,5 раза), 2017 г. – 2787,78 на 100 тыс. нас. (снижение в 9,1 раза), 2016 г. – 5634,73 на 100 тыс. нас. (снижение в 18,4 раза), 2015 г. – 2061,33 на 100 тыс. нас. (снижение в 6,7 раза), 2014 г. – 2642,76 на 100 тыс. нас. (снижение в 8,6 раза), 2013 г. – 2851,3 на 100 тыс. нас. (снижение в 9,3 раза), 2012 г. – 2180,5 на 100 тыс. нас. (снижение в 7,1 раза), 2011 г. – 2983,54 на 100 тыс. нас. (снижение в 9,7 раза).

Оценка уровня заболеваемости в период с июля по сентябрь в 2020 г. характеризуется еще более сильным снижением числа заболевших, чем это было в предыдущий период (рис. 4). В этот период 2020 г. ИП заболеваемости ветряной оспой всего населения Туапсинского района составила 7,75 случая на 100 тыс. нас., что достоверно ниже СМП в 18,8 раза (СМП – 145,6) ($t = 6,78$ при значении 2,048, $p = 0,05$) и ниже прошлогоднего аналогичного показателя в 3,98 раза (в 2019 г. ИП – 30,84 на 100 тыс. нас.). В возрастной группе «0–14» наблюдается также отрицательная динамика: в этот период 2020 г. ИП заболеваемости ветряной оспой детского населения Туапсинского района составила 4,65 случая на 100 тыс. нас., что достоверно ниже СМП – в 8,33 раза (СМП – 38,78, $t = 7,00$ при значении 2,048, $p = 0,05$) и ниже прошлогоднего аналогичного показателя в 5,47 раза (в 2019 г. ИП – 25,44 на 100 тыс. нас.). Заболеваемость детей 3–6 лет: 2020 г. ИП – 1,55 случая на 100 тыс. нас., что достоверно ниже СМП – в 15,87 раз (СМП – 24,6, $t = 5,59$, при значении 2,048, $p = 0,05$), и ниже прошлогоднего аналогичного показателя в 5,5 раз (2019 год ИП – 8,48 на 100 тыс. нас.).

Более низкие показатели заболеваемости ветряной оспой в режиме общего послабления ограничительных мер по сравнению с режимом локдауна можно связать с довольно длительным инкубационным периодом при ветряной оспе

(средний период – 21 день), а также с сохранением режима повышенной готовности, включающего в себя запрет на проведение массовых мероприятий, строгое соблюдение усиленного режима дезинфекции и проветривания в организациях и учреждениях, обязательное проведение бесконтактной термометрии на входе в организации и учреждения с целью выявления больных и др.

Анализ заболеваемости ветряной оспой в период с октября по декабрь показал, что в данный период 2020 года динамика заболеваемости ветряной оспой имела положительную тенденцию, как и в предыдущие годы, и развивалась по тем же принципам, что и до пандемии COVID-19 (рис. 5). Так, уровень заболеваемости ветряной оспой всего населения Туапсинского района в этом периоде 2020 г. составил 95,27 случая на 100 тыс. нас., что выше аналогичного показателя 2019 г. на 5 %, однако ниже СМП на 24 % (СМП – 118,2), данное различие статистически не достоверно (t -критерий Стьюдента = 1,47; $p = 0,05$). Заболеваемость в этом периоде в предшествующие годы определялась следующим образом: 2019 г. – 90,20 случая на 100 тыс. нас., 2018 г. – 39,92 случая на 100 тыс. нас., 2017 г. – 196,51 случая на 100 тыс. нас., 2016 г. – 116,0 случая на 100 тыс. нас., 2015 г. – 172,89 случая на 100 тыс. нас., 2014 г. – 108,47 случая на 100 тыс. нас., 2013 г. – 121,37 случая на 100 тыс. нас., 2012 г. – 176,96 случая на 100 тыс. нас., 2011 г. – 174,35 случая на 100 тыс. нас.

Заключение. Изучение заболеваемости ветряной оспой среди населения Туапсинского района Краснодарского края в период введенного режима самоизоляции с соблюдением социального (физического) дистанцирования в общественных местах в условиях пандемии COVID-19 (режим локдаун) позволило выявить ряд особенностей течения заболевания ветряной оспой среди населения.

Анализ ежемесячной заболеваемости ветряной оспы показал, что в 2020 г. в январе–марте, до принятия мер изоляции, заболеваемость была на уровне 309,05 случаев на 100 тыс. нас., что ниже СМП за этот период, но различия величин оказались статистически не значимы, коэффициент сезонности увеличился на 16,55 %.

В период строгих ограничительных мер общая заболеваемость ветряной оспой с апреля по июнь

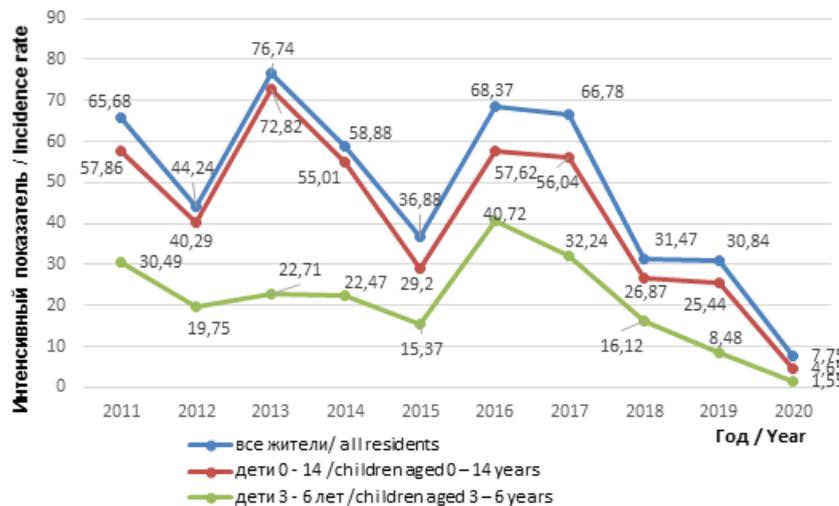


Рис. 4. Заболеваемость ветряной оспой населения Туапсинского района Краснодарского края по возрастным категориям за период июль–сентябрь 2011–2020 гг. (в 2020 году соответствует периоду снятия строгих ограничительных мер)

Fig. 4. Age-specific incidence of chickenpox in the population of the Tuapse district, Krasnodar Krai, in July–September 2020 when the lockdown was partially lifted and the same months of 2011–2020

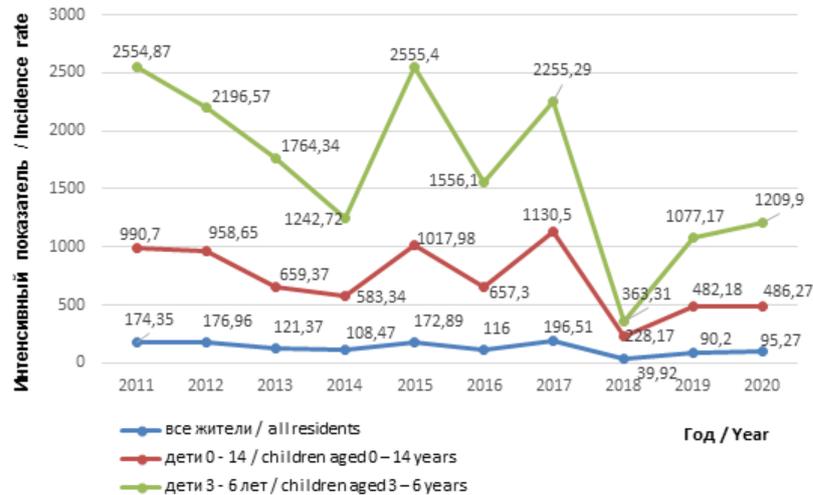


Рис. 5. Заболеваемость ветряной оспой в период снятия строгих ограничительных мер и за октябрь–декабрь 2011–2020 гг. населения Туапсинского района Краснодарского края по возрастным категориям
Fig. 5. Age-specific incidence of chickenpox in the population of the Tuapse district, Krasnodar Krai, when the lockdown was partially lifted and in October–December 2020

составила 30,98 на 100 тыс. нас., что достоверно ниже в 7,4 раза СМП за 10 лет и стабильно ниже аналогичных показателей за предыдущие годы. Значительное снижение заболеваемости в 8,9 раза отмечалось в возрастной группе детей 3–6 лет в сравнении с СМП. Оценка уровня заболеваемости в период с июля по сентябрь показала значительное снижение числа заболевших в 18,8 раза по сравнению с СМП и ниже прошлогоднего аналогичного показателя в 3,98 раза. Среди детей 3–6 лет показатель месячной заболеваемости снизился в 15,87 раза и составил 1,55 случая на 100 тыс. нас., что обусловлено длительным разобщением детей в организованных коллективах.

Кроме того, показатель заболеваемости определялся ниже прошлогоднего аналогичного показателя в 5,5 раза (2019 год, ИП – 8,48 на 100 тыс. нас.).

В период прекращения действия строгих ограничительных мер и начала штатного функционирования всех детских и подростковых организаций с октября 2020 г. динамика заболеваемости ветряной оспой имела положительную тенденцию и развивалась по тем же принципам, что и в предшествующие пандемии COVID-19 годы, благодаря накопленной за летние месяцы и период локдауна иммунной прослойке, а также формированию новых «молодых» коллективов в детских садах и других учреждениях.

Таким образом, введение ограничительных мероприятий в период эпидемического подъема заболеваемости новой коронавирусной инфекцией, таких как приостановление функционирования всех детских дошкольных организаций, общеобразовательных и других учреждений, введение режима самоизоляции, обязательное соблюдение социальной дистанции при посещении общественных мест, а также запрет на проведение массовых мероприятий и на въезд из других территорий РФ, соблюдение усиленного режима дезинфекции и проветривания в организациях и учреждениях, послужило причиной существенного снижения уровня заболеваемости инфекцией с аэрозольным механизмом передачи – ветряной оспой среди населения Туапсинского района. Основное количество заболевших ветряной оспой в Туапсинском районе (как и по стране

в целом) составляли дети – 94,02% (РФ – 94,3%), и наибольшая доля случаев заболевания (61%) приходилась на детей в возрасте от 3 до 6 лет.

Список литературы

1. Яковлев А.А. О роли глобальных и региональных факторов в развитии эпидемического процесса антропонозных инфекций // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2020. Т. 19. № 6. С. 86–99.
2. Schmidt-Chanasit J, Sauerbrei A. Evolution and world-wide distribution of varicella-zoster virus clades. *Infect Genet Evol.* 2011;11(1):1–10. doi: 10.1016/j.meegid.2010.08.014
3. Скрипченко Е.Ю., Иванова Г.П., Скрипченко Н.В. и др. Современный взгляд на особенности течения ветряной оспы у детей и возможности специфической профилактики // Практическая медицина. 2021. Т. 19. № 2. С. 8–13.
4. Афонина Н.М. Эпидемиологическая характеристика и меры профилактики инфекции, вызванной вирусом varicella zoster: дис. ... канд. мед. наук. М., 2019. 175 с.
5. Воронин Е.М., Шаханина И.Л., Михеева И.В., Лыткина И.Н., Филатов Н.Н. Оценка экономического ущерба, наносимого ветряной оспой в Российской Федерации // Вопросы современной педиатрии. 2011. Т. 10. № 5. С. 18–23.
6. Колпаков С.Л., Попов А.Ф., Тихонов Н.Ю., Симанова А.И., Иванис В.А., Хомичук Т.Ф. Клинические и эпидемиологические закономерности ветряной оспы у взрослых в Приморском крае // Журнал инфектологии. 2019. Т. 11. № 3. С. 32–37.
7. Петренко В.С. Ветряная оспа – клинико-эпидемиологическая характеристика // Forcipe (Приложение). 2019. Т. 2. № 5. С. 452–452.
8. Сергеева И.В., Липнягова С.В., Бекерт А.И., Левицкий С.В., Борисов А.Г. Современные особенности течения ветряной оспы // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 202.
9. Акимкин В.Г., Кузин С.Н., Семенов Т.А. и др. Закономерности эпидемического распространения SARS-CoV-2 в условиях мегаполиса // Вопросы вирусологии. 2020. Т. 65. № 4. С. 203–211.
10. Акимкин В.Г., Кузин С.Н., Семенов Т.А. и др. Гендерно-возрастная характеристика пациентов с COVID-19 на разных этапах эпидемии в Москве // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 3. С. 27–35.
11. Тихонов Д.Г., Владимирцев В.А. Пандемия COVID-19. SARS-CoV-2, пути передачи, особенности распространения и индивидуальной восприимчивости // Сибирские исследования. 2020. № 2 (4). С. 6–19.

12. Супотницкий М.В. Новый коронавирус SARS-CoV-2 в спекте глобальной эпидемиологии коронавирусных инфекций // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 1. С. 32–65. doi: 10.35825/2587-5728-2020-41-32-65
13. Афонина Н.М., Михеева И.В. Современная эпидемиологическая характеристика ветряной оспы в России // One Health & Risk Management. 2020. Т. 1. № 1. С. 12–21. doi: 10.5281/zenodo.3700955
14. Зрячкин Н.И., Бучкова Т.Н., Чеботарева Г.И. Осложнения ветряной оспы (обзор литературы) // Журнал инфектологии. 2017. Т. 9. № 3. С. 117–128.
15. Никифорова Л.В. и др. Современные особенности клинического течения ветряной оспы у детей // Запорожский медицинский журнал. 2011. Т. 13. № 4. С. 122–123.
16. Калинина Ю.С. Клинико-иммунологические особенности течения ветряной оспы у взрослых: дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск; 2019. 157 с.
17. Топтыгина А.П., Клыкова Т.Г., Смердова М.А., Зеткин А.Ю. Оценка напряженности популяционного иммунитета к вирусам кори, краснухи, эпидемического паротита и ветряной оспы у здоровых взрослых // РМЖ. 2019. Т. 27. № 3. С. 36–39.
18. Gershon AA. Is chickenpox so bad, what do we know about immunity to varicella zoster virus, and what does it tell us about the future? *J Infect.* 2017;74(Suppl 1):S27–S33. doi: 10.1016/S0163-4453(17)30188-3
19. Cohen R, Ashman M, Taha MK, et al. Pediatric Infectious Disease Group (GPIP) position paper on the immune debt of the COVID-19 pandemic in childhood, how can we fill the immunity gap? *Infect Dis Now.* 2021;51(5):418–423. doi: 10.1016/j.idnow.2021.05.004
20. Мартынова Г.П., Кутищева И.А., Евреимова С.В., Карасев А.В., Алыева Л.П., Григорьева Н.И. Клинико-эпидемиологические особенности ветряной оспы на современном этапе // Инфекционные болезни. 2012. Т. 10. № 4. С. 18–23.
21. Кокорева С.П., Илунина Л.М., Казарцева Н.В. Клиника и течение ветряной оспы в современных условиях // Лечение и профилактика. 2016. № 4(20). С. 13–20.
22. Румянцев А. Эффективность и безопасность вакцинации против ветряной оспы у детей // Педиатрическая фармакология. 2007. Т. 4. № 5. С. 11–16.
23. Русаков В.А. Необходимость обязательной иммунопрофилактики на примере ветряной оспы // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2019. Т. 2. № 51. С. 119–122.
24. Boot HJ, de Melker HE, Stolk EA, de Wit GA, Kimman TG. Assessing the introduction of universal varicella vaccination in the Netherlands. *Vaccine.* 2006;24(37–39):6288–6299. doi: 10.1016/j.vaccine.2006.05.071
6. Kolpakov SL, Popov AF, Tihonov NYu, Simakova AI, Ivanis VA, Homichuk TF. Clinical and epidemiological patterns of chickenpox in adults in the Primorsky Territory. *Zhurnal Infektologii.* 2019;11(3):32–37. (In Russ.)
7. Petrenko VS. [Chickenpox – a clinico-epidemiological characteristic.] *Forcipe.* 2019;2(S):452. (In Russ.)
8. Sergeeva IV, Lipnyagova SV, Bekert AI, Levitskiy SV, Borisov AG. Modern features of chicken pox course. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya.* 2015;(5):202. (In Russ.)
9. Akimkin VG, Kuzin SN, Semenenko TA, et al. Patterns of the SARS-CoV-2 epidemic spread in a megacity. *Voprosy Virusologii.* 2020;65(4):203–211. (In Russ.) doi: 10.36233/0507-4088-2020-65-4-203-211
10. Akimkin VG, Kuzin SN, Semenenko TA, et al. Gender-age distribution of patients with COVID-19 at different stages of epidemic in Moscow. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;(3):27–35. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-3-27-35
11. Tikhonov DG, Vladimirtsev VA. Pandemic COVID-19. SARS-CoV-2, routes of transmission, features of distribution and individual susceptibility. *Sibirskie Issledovaniya.* 2020;(2(4)):6–19. (In Russ.) doi: 10.33384/26587270.2020.04.02.01r
12. Supotnitskiy MV. Novel coronavirus SARS-CoV-2 in the context of global epidemiology of coronavirus infections. *Vestnik Voysk RKhB Zashchity.* 2020;4(1):32–65. (In Russ.) doi: 10.35825/2587-5728-2020-4-1-32-65
13. Afonina NM, Mikheeva IV. Current epidemiological characteristic of chickenpox in Russia. *One Health & Risk Management.* 2020;1(1):12–21. (In Russ.) doi: 10.5281/zenodo.3700955
14. Zryachkin NI, Buchkova TN, Chebotareva GI. Complications of chickenpox (literature review). *Zhurnal Infektologii.* 2017;9(3):117–128. (In Russ.) doi: 10.22625/2072-6732-2017-9-3-117-128
15. Nikiforova LV, Ryabokon YuYu, Usacheva EV, Pavlenova OYu, Boychuk SN. [Modern features of the clinical course of chickenpox in children.] *Zaporozhskiy Meditsinskiy Zhurnal.* 2011;13(4):122–123. (In Russ.)
16. Kalinina YuS. [Clinical and immunological features of the course of chickenpox in adults.] Cand. Sci. (Med.) thesis. Novosibirsk State Medical University; 2019. (In Russ.) Accessed August 26, 2021. <https://www.disserscat.com/content/kliniko-immunologicheskie-osobennosti-techeniya-vetryanoi-ospy-u-vzroslykh>
17. Topytgina AP, Klykova TG, Smerdova MA, Zetkin AYU. Herd immunity to measles, rubella, mumps, and chickenpox in healthy adults. *RMZh.* 2019;27(3):36–39. (In Russ.)
18. Gershon AA. Is chickenpox so bad, what do we know about immunity to varicella zoster virus, and what does it tell us about the future? *J Infect.* 2017;74(Suppl 1):S27–S33. doi: 10.1016/S0163-4453(17)30188-3
19. Cohen R, Ashman M, Taha MK, et al. Pediatric Infectious Disease Group (GPIP) position paper on the immune debt of the COVID-19 pandemic in childhood, how can we fill the immunity gap? *Infect Dis Now.* 2021;51(5):418–423. doi: 10.1016/j.idnow.2021.05.004
20. Martynova GP, Kutishcheva IA, Evreimova SV, Karasev AV, Alyeva LP, Grigor'eva NI. Clinico-epidemiological specificities of chicken pox at the modern stage. *Infektsionnye Bolezni.* 2012;10(4):18–23. (In Russ.)
21. Kokoreva SP, Ilunina LM, Kazartseva NV. The clinic and course of smallpox in actual conditions. *Lechenie i Profilaktika.* 2016;(4(20)):13–20. (In Russ.)
22. Rumyantsev AG. Efficiency and safety of vaccination against chickenpox in children. *Pediatricheskaya Farmakologiya.* 2007;4(5):11–17. (In Russ.)
23. Rusakov VA. The need for mandatory immunization on the example of chickenpox. *Izvestiya Rossiyskoy VoЕННО-Meditsinskoy Akademii.* 2019;2(S1):119–122. (In Russ.)
24. Boot HJ, de Melker HE, Stolk EA, de Wit GA, Kimman TG. Assessing the introduction of universal varicella vaccination in the Netherlands. *Vaccine.* 2006;24(37–39):6288–6299. doi: 10.1016/j.vaccine.2006.05.071

References

1. Yakovlev AA. On the role of global and regional factors in the development of the epidemic process of anthroponotic infections. *Epidemiologiya i Vaksinoprofilaktika.* 2020;19(6):86–100. (In Russ.) doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-6-86-100
2. Schmidt-Chanasit J, Sauerbrei A. Evolution and world-wide distribution of varicella-zoster virus clades. *Infect Genet Evol.* 2011;11(1):1–10. doi: 10.1016/j.meegid.2010.08.014
3. Skripchenko EYu, Ivanova GP, Skripchenko NV, et al. Modern view on the features of varicella in children and the possibility of specific prevention. *Prakticheskaya Meditsina.* 2021;19(2):8–13. (In Russ.)
4. Afonina NM. [Epidemiological characteristics and measures for prevention of infection caused by varicella zoster virus.] Cand. Sci. (Med.) thesis. Central Research Institute of Epidemiology; Moscow, 2019. (In Russ.) Accessed August 26, 2021. [https://www.crie.ru/pdf/diss1\(afonina\).pdf](https://www.crie.ru/pdf/diss1(afonina).pdf)
5. Voronin EM, Shakhanina IL, Mikheeva IV, Litkina IN, Filatov NN. Assessment of economic damage caused by varicella infection. *Voprosy Sovremennoy Peditrii.* 2011;10(5):18–23. (In Russ.)



Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции на территории Липецкой области в 2020 г.

Ю.В. Очкасова¹, В.В. Коротков¹, С.И. Савельев¹, Н.В. Зубчонок¹, И.А. Щукина²,
И.В. Ярковская², И.А. Ходякова², В.А. Бондарев²

¹ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» Роспотребнадзора,
ул. Гагарина, д. 60а, г. Липецк, 398002, Российская Федерация

²Управление Роспотребнадзора по Липецкой области,
ул. Гагарина, д. 60а, г. Липецк, 398002, Российская Федерация

Резюме

Введение. В связи с широким распространением в 2020 г. новой коронавирусной инфекции в России выявление региональных особенностей стало актуальной задачей для дальнейшего понимания развития эпидемического процесса, организации и проведения комплекса мероприятий.

Цель – изучить региональные особенности эпидемического процесса COVID-19 на территории Липецкой области.

Материалы и методы. Использовались данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», экстренных извещений медицинских организаций, Ф № 1076 «Сводный отчет о случаях COVID-19 в регионах», интернет-ресурса «стопкоронавирус.рф».

Результаты. Динамика заболеваемости характеризовалась медленным развитием эпидемии (темп прироста – 0,68 %). Во внутрigoдовой динамике зарегистрированы 2 подъема. Чаще заболевали женщины (154,7⁰/₁₀₀₀ [95 %, ДИ = 150,95–157,10]). Группами риска явились лица 50–64 лет (212,2⁰/₁₀₀₀ [95 %, ДИ = 206,4–217,7]), 30–49 лет (167,9⁰/₁₀₀₀ [95 %, ДИ = 163,7–172,4]) и 65 лет и старше (126,2⁰/₁₀₀₀ [95 %, ДИ = 121,1–131,0]). Среди профессиональных групп высокая заболеваемость отмечалась среди работников медицинских организаций (547,8⁰/₁₀₀₀ [95 %, ДИ = 520,83–576,52]) и сотрудников МВД (257,1⁰/₁₀₀₀ [95 %, ДИ = 214,65–305,41]). В большинстве случаев заражение происходило в семейных очагах (42,3 ± 0,4 %). Преобладали среднетяжелые (39,8 ± 0,4 %) и легкие (31,3 ± 0,4 %) формы заболеваний с клиникой ОРВИ (47,4 ± 0,4 %). Показатель летальности не превышал среднефедеративного (1,6 и 1,8 % соответственно). В целом в области своевременное и последовательное проведение комплекса мероприятий позволило влиять на состояние эпидемиологической ситуации: эпидемический процесс характеризовался умеренной интенсивностью заболеваемости и летальности, не имел взрывного характера, разрушающего инфраструктуру области. Вместе с тем требуется дальнейшее наблюдение и анализ эпидемиологической ситуации по COVID-19, складывающейся на территории области, в том числе в связи с проведением вакцинации населения и последующим формированием коллективного иммунитета.

Ключевые слова: COVID-19, эпидемиологическая ситуация, заболеваемость, эпидемический процесс, Липецкая область.

Для цитирования: Очкасова Ю.В., Коротков В.В., Савельев С.И., Зубчонок Н.В., Щукина И.А., Ярковская И.В., Ходякова И.А., Бондарев В.А. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции на территории Липецкой области в 2020 г. // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 63–68. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-63-68>

Сведения об авторах:

✉ **Очкасова** Юлия Витальевна – канд. мед. наук, заведующий противозидемическим отделением ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области»; e-mail: ochkasova_yv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7090-9741>.

Коротков Владимир Викторович – канд. мед. наук, заведующий отделом санитарно-эпидемиологических экспертиз, противозидемической деятельности и мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области»; e-mail: korotkov_vv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2138-8094>.

Савельев Станислав Иванович – д-р мед. наук, проф., главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области»; e-mail: savelev_si@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3273-4602>.

Зубчонок Наталья Владимировна – канд. мед. наук, заместитель главного врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области»; e-mail: zubchonok_nv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4564-5550>.

Щукина Ирина Анатольевна – канд. мед. наук, заместитель руководителя Управления Роспотребнадзора по Липецкой области; e-mail: schukina48@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3555-4199>.

Ярковская Ирина Вячеславовна – заместитель начальника отдела эпидемиологического надзора Управления Роспотребнадзора по Липецкой области; e-mail: irinajarcovskaja@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8114-6893>.

Ходякова Ирина Александровна – канд. мед. наук, начальник отдела эпидемиологического надзора Управления Роспотребнадзора по Липецкой области; e-mail: hodyakovaoo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9639-4993>.

Бондарев Владимир Александрович – д-р мед. наук, проф., руководитель Управления Роспотребнадзора по Липецкой области; e-mail: 375516@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8578-8444>.

Информация о вкладе авторов: Очкасова Ю.В., Коротков В.В., Ярковская И.В., Зубчонок Н.В., Щукина И.А., Ходякова И.А. – обзор публикаций по теме статьи; разработка концепции исследования, сбор, статистическая обработка и анализ данных, написание и оформление статьи; Савельев С.И., Бондарев В.А. – корректировка статьи, утверждение окончательной версии статьи.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликовано: 31.08.21

Epidemiological Features of the Novel Coronavirus Disease in the Lipetsk Region in 2020

Yulia V. Ochkasova,¹ Vladimir V. Korotkov,¹ Stanislav I. Saveliev,¹ Natalia V. Zubchonok,¹
Irina A. Shchukina,² Irina V. Yarkovskaya,² Irina A. Khodyakova,² Vladimir A. Bondarev²

¹Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region,
60a Gagarin Street, Lipetsk, 398002, Russian Federation

²Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Lipetsk Region, 60a Gagarin Street, Lipetsk, 398002, Russian Federation

Summary

Introduction: Due to a high incidence of the novel coronavirus disease (COVID-19) in the Russian Federation in 2020, identification of the regional features of the disease spread has become relevant for understanding of the further development of the development of the epidemic process, organizing and implementing comprehensive preventive measures.

Objective. To study regional features of the COVID-19 epidemic process in the Lipetsk Region.

Materials and methods. We used data from the Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region, notifications by

healthcare facilities, summary reports on COVID-19 cases in the regions (Form 1076), and the website “стопкоронавирус.рф” (“stopcoronavirus.rf”).

Results. Incidence rates indicated a slow development of the epidemic with a growth rate of 0.68 %. Two rises were registered during the year 2020. Female COVID-19 cases prevailed (154.7^o/₁₀₀₀ [95 % CI: 150.95–157.10]). The main risk groups included people aged 50–64 years (212.2^o/₁₀₀₀ [95 % CI: 206.4–217.7]), 30–49 years (167.9^o/₁₀₀₀ [95 % CI: 163.7–172.4]), and 65 years and older (126.2^o/₁₀₀₀ [95 % CI: 121.1–131.0]). Among professional groups, high incidence rates were observed among healthcare workers (547.8^o/₁₀₀₀ [95 % CI: 520.83–576.52]) and employees of the Ministry of Internal Affairs (257.1^o/₁₀₀₀ [95 % CI = 214.65–305.41]). Most people got infected in their home (42.3 ± 0.4 %). We established that moderate (39.8 ± 0.4 %) and mild (31.3 ± 0.4 %) forms of the disease with symptoms similar to those of upper respiratory tract infections (47.4 ± 0.4 %) prevailed. The mortality rate did not exceed the national average (1.6 % and 1.8 %, respectively). In general, timely and consistent implementation of comprehensive measures helped influence the epidemiological situation in the region: the epidemic process was characterized by a moderate intensity of morbidity and mortality and had no explosive nature that could have destroyed the infrastructure of the region. At the same time, further monitoring and analysis of the COVID-19 situation in the Lipetsk Region is important, especially in view of the COVID-19 vaccination campaign and subsequent formation of herd immunity.

Keywords: COVID-19, epidemiological situation, incidence, epidemic process, Lipetsk Region.

For citation: Ochkasova YuV, Korotkov VV, Saveliev SI, Zubchonok NV, Shchukina IA, Yarkovskaya IV, Khodyakova IA, Bondarev VA. Epidemiological features of the novel coronavirus disease in the Lipetsk Region in 2020. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):63–68. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-63-68>

Author information:

✉ Yulia V. Ochkasova, Cand. Sci. (Med.), Head of the Anti-Epidemic Department, Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region; e-mail: ochkasova_yv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7090-9741>.

Vladimir V. Korotkov, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Sanitary and Epidemiological Expertise, Anti-Epidemic Activities and Monitoring, Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region; e-mail: korotkov_vv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2138-8094>.

Stanislav I. Saveliev, Dr. Sci. (Med.), Prof., Chief Physician, Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region; e-mail: saveliev_si@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3273-4602>.

Natalia V. Zubchonok, Cand. Sci. (Med.), Deputy Chief Physician, Center for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region; e-mail: zubchonok_nv@cge48.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4564-5550>.

Irina A. Shchukina, Cand. Sci. (Med.), Deputy Head, Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Lipetsk Region; e-mail: schukina48@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3555-4199>.

Irina V. Yarkovskaya, Deputy Head, Department for Epidemiological Surveillance, Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Lipetsk Region; e-mail: irinajarcovskaja@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8114-6893>.

Irina A. Khodyakova, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department for Epidemiological Surveillance, Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Lipetsk Region; e-mail: hodyakovaooi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9639-4993>.

Vladimir A. Bondarev, Dr. Sci. (Med.), Prof., Head, Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Lipetsk Region; e-mail: 375516@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8578-8444>.

Author contributions: Ochkasova Yu.V., Korotkov V.V., Yarkovskaya I.V., Zubchonok N.V., Shchukina I.A., and Khodyakova I.A. did a literature review, developed the research concept, collected, processed, and analyzed data, and wrote the manuscript; Saveliev S.I. and Bondarev V.A. corrected the manuscript and approved the final version of the article.

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

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение. В конце 2019 г. в Китайской Народной Республике была выявлена вспышка новой коронавирусной инфекции. 30.01.2020. Всемирная организация здравоохранения объявила вспышку новой коронавирусной инфекции чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение [1–24]^{1,2}. На 31.12.2020 число заболевших в мире составило 83 045 621 человек, 1 810 963 случая закончились летальным исходом, 58 852 178 – выздоровлением. В России на 31.12.2020 было зарегистрировано 3 159 297 случаев заболеваний COVID-19, из них с летальным исходом – 57 019, выздоровело 2 554 340 человек^{3,4}.

Липецкая область стала одной из территорий, где были зарегистрированы первые случаи заболеваний COVID-19 на фоне введения 2-го этапа ограничительных мероприятий в Российской Федерации.

Цель исследования – изучить региональные особенности течения эпидемического процесса COVID-19 на территории Липецкой области.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости COVID-19 в Липецкой области за период с 01.03.2020 по 31.12.2020, включающий данные о 16 029 случаях. Анализ проводился на основе данных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», экстренных извещений медицинских организаций о случаях заболеваний COVID-19, отчетной формы № 1076 «Сводный отчет о случаях COVID-19 в регионах». Все зарегистрированные случаи подтверждены лабораторно методом ПЦР. В исследовании использовались данные интернет-ресурса «стопкоронавирус.рф». Оценка проявлений эпидемического процесса COVID-19 включала следующие показатели: интенсивность, динамику, пространственную характеристику, структуру. Использовался метод статистического наблюдения, проведены расчеты показателей заболеваемости, летальности, смертности. Статистическая обработка осуществлялась с использованием статистических программ WinPepi, Microsoft Excel (2010). При обработке данных по критерию Шовене установлено, что закон распределения является нормальным, значения сгруппированы по критерию двух сигм. Для анализа распространения заболеваемости

мости COVID-19 в Липецкой области за период с 01.03.2020 по 31.12.2020, включающий данные о 16 029 случаях. Анализ проводился на основе данных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», экстренных извещений медицинских организаций о случаях заболеваний COVID-19, отчетной формы № 1076 «Сводный отчет о случаях COVID-19 в регионах». Все зарегистрированные случаи подтверждены лабораторно методом ПЦР. В исследовании использовались данные интернет-ресурса «стопкоронавирус.рф». Оценка проявлений эпидемического процесса COVID-19 включала следующие показатели: интенсивность, динамику, пространственную характеристику, структуру. Использовался метод статистического наблюдения, проведены расчеты показателей заболеваемости, летальности, смертности. Статистическая обработка осуществлялась с использованием статистических программ WinPepi, Microsoft Excel (2010). При обработке данных по критерию Шовене установлено, что закон распределения является нормальным, значения сгруппированы по критерию двух сигм. Для анализа распространения заболеваемости

¹ Обновленные рекомендации ВОЗ в отношении международных перевозок в связи со вспышкой COVID-19 [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. URL: https://www.who.int/2019-nCoV_advice-for-international-traffic-rev/ru/ (дата обращения: 08.04.2021).

² WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 – 11 March 2020. URL: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020> (дата обращения: 11.04.2020).

³ Пандемия коронавируса COVID-19. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries> (дата обращения: 11.04.2021).

⁴ Отчет о текущей ситуации по борьбе с коронавирусной инфекцией 31.12.2020 г. коммуникационного центра Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: https://стопкоронавирус.рф/ai/doc/718/attach/2020-12-31_coronavirus_government_report.pdf (дата обращения: 09.04.2021).

по административным территориям области использовалась ГИС «ПАНОРАМА × 64» версия 13. Расчет коэффициента распространения инфекции (Rt) проводился согласно МР 3.1.0178–20⁵.

Результаты. Первые три случая COVID-19 на территории Липецкой области выявлены 02.03.2021. Заболели жители области, вернувшиеся из Италии незадолго до появления симптомов заболевания. С четвертой декады марта в области, как и в целом в Российской Федерации [25], началось распространение инфекции среди местного населения.

За анализируемый период в области зарегистрировано 16 029 случаев COVID-19, показатель заболеваемости составил 1406,8 ‰, что в 1,5 раза ниже среднего показателя заболеваемости в Российской Федерации (2164,9 ‰). Среднедневной темп прироста за анализируемый период составил 0,68 % с колебаниями от 10–14 % в первый месяц регистрации случаев до 0,28–0,30 % в период летнего плато.

При расчете коэффициента распространения (Rt) инфекции⁵ установлено, что среднеобластной показатель Rt варьировал от 0,45 до 1,76. По состоянию на 31.12.2020 он составил 0,97.

В 2020 г. зарегистрировано 7 внутрибольничных очагов COVID-19 в медицинских организациях области и 1 очаг в территориальном отделе УМВД. Всего в очагах выявлено 388 заболевших, из них 184 медицинских работника, 172 пациента, 32 работника территориального УМВД.

Во внутригодовой динамике заболеваемости зарегистрированы 2 подъема. Первый – в апреле – обусловлен распространением инфекции от завозных случаев заболеваний из-за границы (Италия, Доминиканская республика, Андорра) и неблагоприятных регионов Российской Федерации. Введение и реализация комплекса ограничительных профилактических, противоэпидемических мероприятий позволили к концу мая стабилизировать ситуацию по COVID-19 и по согласованию

с Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека перейти к поэтапному снятию ограничительных мероприятий. Вторым подъемом, более интенсивным и длящимся до конца года (68,7 ± 0,4 % случаев заболеваний), начался 30.08.2020. Он был обусловлен несоблюдением населением требований индивидуальной безопасности, возобновлением деятельности большинства организаций, заносами инфекции местным населением, вернувшимся из мест отдыха (рис. 1). В целях снижения интенсивности заболеваемости был реализован комплекс мероприятий в соответствии с нормативными документами федерального уровня, приняты два постановления главного государственного санитарного врача по Липецкой области по дополнительным мероприятиям по предотвращению распространения новой коронавирусной инфекции в хозяйствующих субъектах всех форм собственности, в образовательных организациях в эпидемическом сезоне 2020–2021 годов, что позволило обеспечить работу образовательных учреждений в очном режиме, минимизировать групповую заболеваемость в организованных коллективах взрослых.

В эпидемический процесс были вовлечены все административные территории области, 45,6 ± 0,4 % случаев пришлось на областной центр – г. Липецк. При ранжировании территорий области по показателю заболеваемости было выявлено 4 административные территории с высоким уровнем заболеваемости (Краснинский, Тербунский, Елецкий, Грязинский районы), 1 – с повышенным уровнем (Хлебенский район), 7 – со средним уровнем (Воловский, Добринский, Задонский, Липецкий, Становлянский, Чаплыгинский районы, г. Липецк), 5 – с умеренным (Долгоруковский, Измалковский, Лебедянский, Лев-Толстовский районы, г. Елец), 3 – с низким (Данковский, Добровский, Усманский районы) (рис. 2).

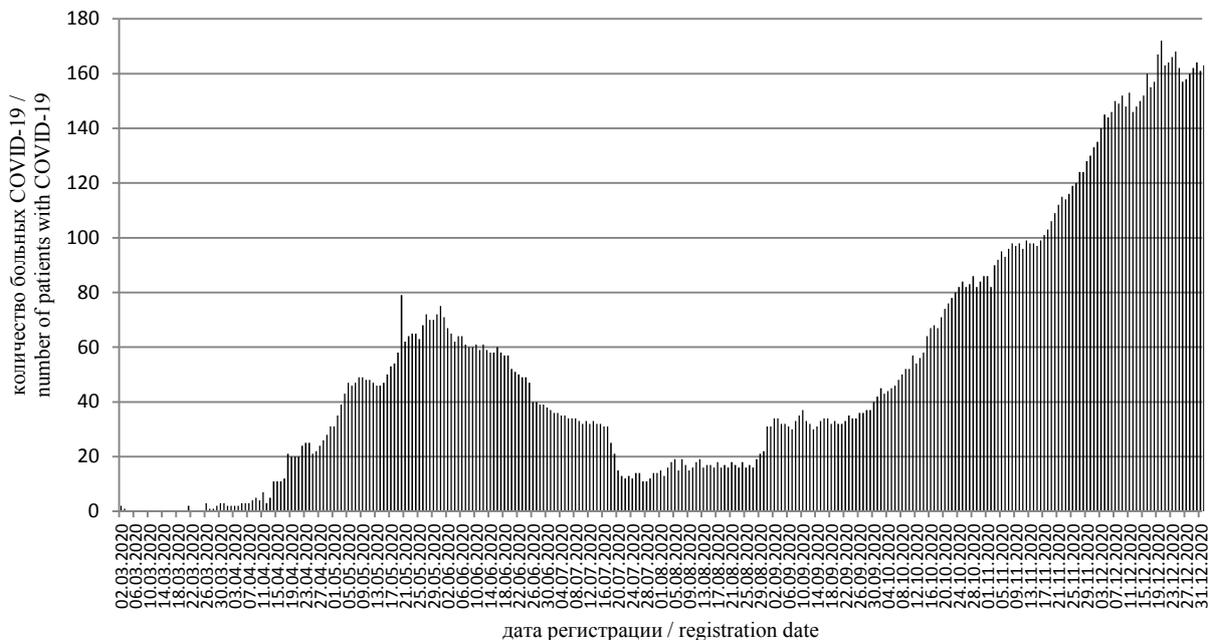


Рис. 1. Динамика регистрации новых случаев COVID-19 в Липецкой области за период 02.03.2020–31.12.2020 (абсолютные значения)

Fig. 1. The number of registered COVID-19 cases in the Lipetsk Region, March 2 – December 31, 2020

⁵ МР 3.1.0178–20 «Определение комплекса мероприятий, а также показателей, являющихся основанием для поэтапного снятия ограничительных мероприятий в условиях эпидемического распространения COVID-19» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 08.05.2020).

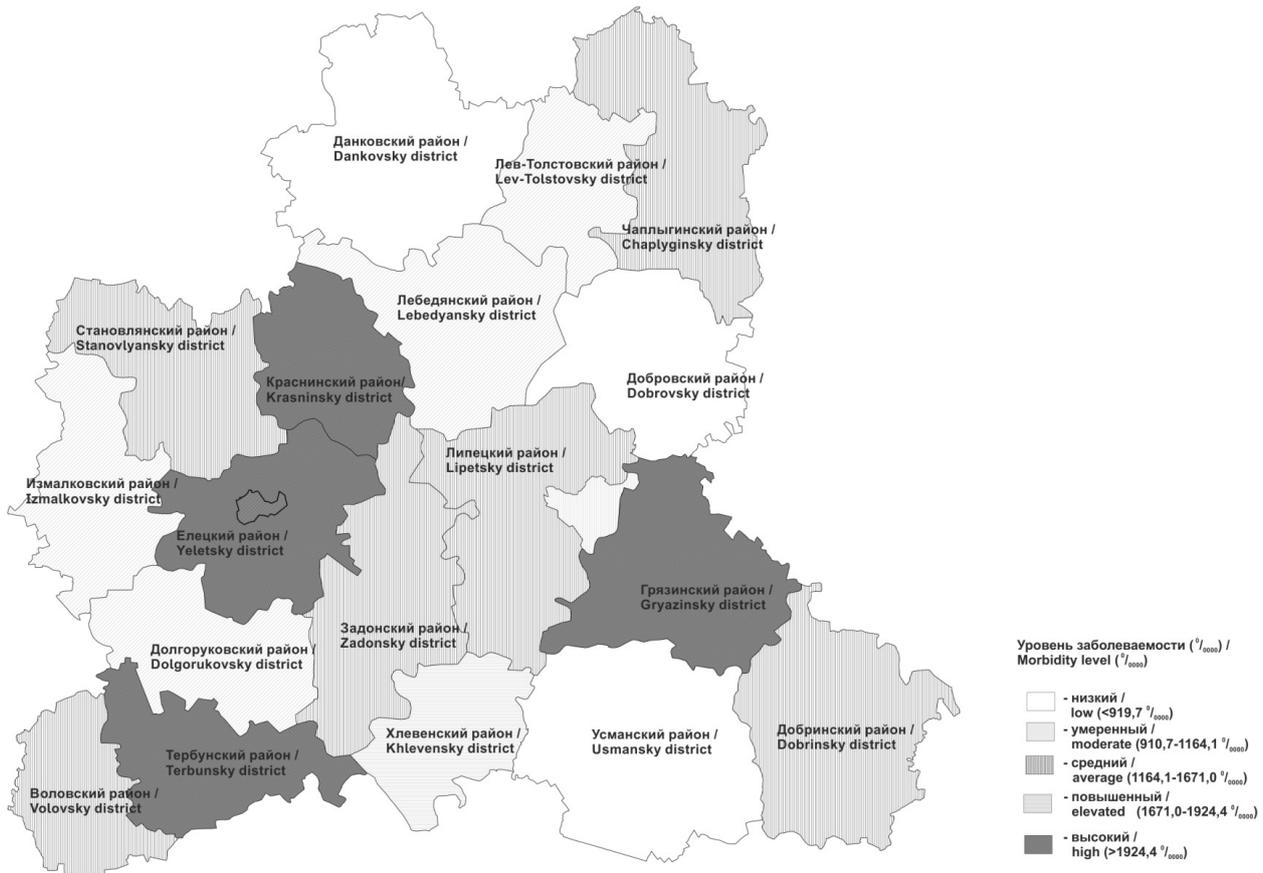


Рис. 2. Ранжирование территорий Липецкой области по уровню заболеваемости COVID-19 на 31.12.2020
Fig. 2. Ranking of the territories of the Lipetsk Region by COVID-19 incidence rates as of December 31, 2020

Заболеваемость женщин (154,7 ‰ [95 %, ДИ = 150,95–157,10]) была в 1,2 раза выше, чем мужчин (124,1 ‰ [95 %, ДИ = 121,0–127,03]).

Группами риска с высокими показателями заболеваемости были лица старшего трудоспособного возраста 50–64 лет (212,2 ‰ [95 %, ДИ = 206,4–217,7]), 30–49 лет (167,9 ‰ [95 %, ДИ = 163,7–172,4]) и 65 лет и старше (126,2 ‰ [95 %, ДИ = 121,1–131,0]). Невысокие показатели заболеваемости лиц пенсионного возраста (94,2 ‰ [95 %, ДИ = 90,97–97,13]) и детей до 17 лет (64,8 ‰ [95 %, ДИ = 63,92–66,09]) объясняются своевременным введением режима самоизоляции, переводом образовательных учреждений на удаленный режим работы.

Среди профессиональных групп высокие показатели отмечались среди работников медицинских организаций (547,8 ‰ [95 %, ДИ = 520,83–576,52]) и сотрудников МВД (257,1 ‰ [95 %, ДИ = 214,65–305,41]).

Чаще всего заражение происходило при тесном контакте в семейных очагах (42,3 ± 0,4 %). В 25,7 ± 0,3 % случаев источник инфекции не установлен, что может свидетельствовать о заражении от бессимптомных носителей при несоблюдении профилактических мер, таких как ношение защитных масок, соблюдение социальной дистанции, обработки рук антисептическими средствами. Заражение в медицинских организациях произошло только в 7,3 ± 0,2 % случаев, что свидетельствует о качестве проводимых профилактических и противоэпидемических мероприятий.

При анализе структуры заболевших COVID-19 по степени тяжести течения заболевания установ-

лено, что у большинства оно протекало в средне-тяжелой (39,8 ± 0,4 %) и легкой (31,3 ± 0,4 %) формах. Удельный вес лиц с бессимптомной формой заболевания составил 27,3 ± 0,4 %, с тяжелой – 1,6 ± 0,1 %. В структуре клинических проявлений преобладали симптомы ОРВИ – 47,4 ± 0,4 % бессимптомные формы составили 27,4 ± 0,4 %, внебольничные пневмонии – 25,2 ± 0,3 %.

Общее количество летальных исходов от COVID-19 – 250, показатель летальности составил 1,6 ± 0,1 % (в Российской Федерации – 1,8 %), показатель смертности – 21,9 ‰. Анализ летальных случаев показал, что все умершие имели отягощенный преморбидный фон: болезни системы кровообращения (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, последствия острого нарушения мозгового кровообращения), эндокринной системы (сахарный диабет, ожирение), онкозаболевания, аутоиммунные заболевания, хроническая почечная недостаточность.

Заключение. При анализе эпидемиологической ситуации на территории Липецкой области установлено, что на первых этапах развития эпидемического процесса распространение инфекции было обусловлено завозными случаями с последующим распространением среди местного населения.

Динамика заболеваемости характеризовалась медленным развитием эпидемии (темп прироста – 0,68 %). Во внутригодовой динамике заболеваемости зарегистрированы 2 подъема. Первый – в апреле, обусловленный распространением инфекции от завозных случаев заболеваний из-за границы и неблагополучных регионов Российской

Федерации. Второй подъем – с 30.08.2020, обусловленный несоблюдением населением требований индивидуальной безопасности, возобновлением деятельности большинства организаций, заносами инфекции местным населением, вернувшимся из мест отдыха.

Чаще заболевали женщины (154,7 ‰ [95 %, ДИ = 150,95–157,10]). Группами риска с высокими показателями заболеваемости были лица старшего трудоспособного возраста 50–64 лет (212,2 ‰ [95 %, ДИ = 206,4–217,7]), 30–49 лет (167,9 ‰ [95 %, ДИ = 163,7–172,4]) и 65 лет и старше (126,2 ‰ [95 %, ДИ = 121,1–131,0]).

Среди профессиональных групп высокие показатели отмечались среди работников медицинских организаций (547,8 ‰ [95 %, ДИ = 520,83–576,52]) и сотрудников МВД (257,1 ‰ [95 %, ДИ = 214,65–305,41]).

В большинстве случаев заражение происходило в семейных очагах (42,3 ± 0,4 %). В 25,7 ± 0,3 % источник инфекции не установлен, что косвенным образом свидетельствует о заражении от бессимптомных носителей.

В структуре заболеваемости по степени тяжести преобладали среднетяжелые (39,8 ± 0,4 %) и легкие (31,3 ± 0,4 %) формы в основном с клиникой ОРВИ (47,4 ± 0,4 %). Показатель летальности не превышал среднефедеративного (1,6 и 1,8 % соответственно).

В целом в области своевременное и последовательное проведение комплекса ограничительных профилактических и противоэпидемических мероприятий позволило влиять на состояние эпидемиологической ситуации: эпидемический процесс характеризовался умеренной интенсивностью заболеваемости и летальности, не имел взрывного характера, разрушающего инфраструктуру области. Вместе с тем требуется дальнейшее наблюдение и анализ эпидемиологической ситуации по COVID-19, складывающейся на территории области, в том числе в связи с проведением вакцинации населения и последующим формированием коллективного иммунитета.

Список литературы

1. Кутырев В.В., Попова А.Ю., Смоленский В.Ю. и др. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Сообщение 1: Модели реализации профилактических и противоэпидемических мероприятий // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 1. С. 6–13. doi: 10.21055/0370-1069-2020-1-6-13
2. Ковалев Е.В., Твердохлебова Т.И., Карпушенко Г.В. и др. Эпидемиологическая ситуация по новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в Ростовской области: анализ и прогноз // Медицинский вестник Юга России. 2020. № 11 (3). С. 69–78. doi: 10.21886/2219-8075-2020-11-3-69-78
3. Балахонов С.В., Чеснокова М.В., Пережогин А.Н. и др. Эпидемиологическая ситуация по COVID-19 в Иркутской области и прогноз ее распространения // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 4. С. 34–40. doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-34-40
4. Adhikari SP, Meng S, Wu YJ, et al. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infect Dis Poverty*. 2020;9(1):29. doi: 10.1186/s40249-020-00646-x
5. Жмеренецкий К.В., Сазонова Е.Н., Воронина Н.В. и др. COVID-19: Только научные факты // Дальневосточный медицинский журнал. 2020. № 1. С. 5–22 doi: 10.35177/1994-5191-2020-1-5-22
6. Данилова И.А. Заболеваемость и смертность от COVID-19. Проблема сопоставимости данных // Демографическое обозрение. 2020. Т. 7. № 1. С. 6–26.
7. Иванов С. Смертность от COVID-19 на фоне других всплесков смертности XX века // Демографическое обозрение. 2020. Т. 7. № 2. С. 143–151.
8. Обеснюк В.Ф. Динамика локальной эпидемической вспышки COVID-19 через призму компартмент-моделирования // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С. 83–91. doi: 10.21668/health.risk/2020.2.09
9. Cao Y, Li L, Feng Z, et al. Comparative genetic analysis of the novel coronavirus (2019-nCoV/SARS-CoV-2) receptor ACE2 in different populations. *Cell Discov*. 2020;6:11. doi: 10.1038/s41421-020-0147-1
10. Donoghue M, Hsieh F, Baronas E, et al. A novel angiotensin-converting enzyme-re-lated carboxypeptidase (ACE2) converts angiotensin I to angiotensin 1–9. *Circ Res*. 2000;87(5):E1–9. doi: 10.1161/01.res.87.5.e1
11. Удовиченко С.К., Жуков К.В., Никитин Д.Н. и др. Эпидемиологические проявления COVID-19 на территории Волгоградской области: промежуточные итоги // Вестник ВолгГМУ. 2020. № 4 (76). С. 30–36. doi: 10.19163/1994-1994-9480-2020-4(76)-30-36
12. Львов Д.К., Альховский С.В. Истоки пандемии COVID-19: экология и генетика коронавирусов (Betacoronavirus: Coronaviridae), SARS-CoV, SARS-Co-V-2 (подрод Sarbecovirus), MERS-CoV (подрод Merbecovirus) // Вопросы вирусологии. 2020. Т. 65 № 2. doi: 10.36233/0507-4088-2020-65-2-62-70
13. Львов Д.К., Альховский С.В., Колобухина Л.В., Бурцева Е.И. Этиология эпидемической вспышки COVID-19 в г. Ухань (провинция Хубэй, Китайская Народная Республика), ассоциированной с вирусом 2019-nCoV (Nidovirales, Coronaviridae, Coronavirinae, Betacoronavirus, подрод Sarbecovirus): уроки эпидемии SARS-CoV // Вопросы вирусологии. 2020. Т. 65. № 1. С. 6–15. doi: 10.36233/0507-4088-2020-65-1-6-15
14. Трунова О.А., Черкесов В.В. Особенности пандемии COVID-19 // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2020. Т. 24. № 2. С. 243–247.
15. Прилуцкий А.С. Коронавирусная болезнь 2019 // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2020. Т. 24. № 1. С. 77–86.
16. Atzrodt CL, Maknoja I, McCarthy RDP, et al. A Guide to COVID-19: a global pandemic caused by the novel coronavirus SARS-CoV-2. *FEBS J*. 2020;287(17):3633–3650. doi: 10.1111/febs.15375
17. Троценко О.Е., Зайцева Т.А., Корита Т.В. и др. Своеобразие проявлений эпидемии новой коронавирусной инфекции в Хабаровской крае (предварительные итоги) // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2021. № 40 (40). С. 20–37.
18. Chen N, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*. 2020;395(10223):507–513. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7
19. Баздырев Е.Д. Коронавирусная инфекция – актуальная проблема XXI века // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2020. Т. 9. № 2. С. 6–16. doi: 10/17802/2306-1278-2020-9-2-6-16
20. Драпкина О.М., Самородская И.В., Сивцева М.Г. и др. Методические аспекты оценки заболеваемости, распространенности, летальности и смертности при COVID-19 // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020. Т. 19. № 3. С. 302–309. doi: 10.15829/1728-8800-2020-2585
21. Baud D, Qi X, Nielsen-Saines K, Musso D, Pomar L, Favre G. Real estimates of mortality following COVID-19 infection. *Lancet Infect Dis*. 2020;20(7):773. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30195-X

22. Zhu N, Zhang D, Wang W, *et al.* A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 2020;382(8):727–733. doi: 10.1056/NEJMoa2001017
23. Супотницкий М.В. Пандемия COVID-19 как индикатор «Белых пятен» в эпидемиологии и инфекционной патологии // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 3. С. 338–373. doi: 10.35825/2587-5728-2020-4-3-338-373
24. Акимкин В.Г., Кузин С.Н., Семенов Т.А. и др. Закономерности эпидемического распространения SARS-CoV-2 в условиях мегаполиса // Вопросы вирусологии. 2020. № 65 (4). С. 203–211. doi: 10.36233/0507-4088-2020-65-4-203-211
25. Кутырев В.В., Попова А.Ю., Смоленский В.Ю. и др. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Сообщение 2: Особенности течения эпидемического процесса COVID-19 во взаимосвязи с проводимыми противоэпидемическими мероприятиями в мире и Российской Федерации // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 2. С. 6–12. doi: 10.21055/0370-1069-2020-2-6-12
1. Kutyrev VV, Popova AYU, Smolensky VYu, *et al.* Epidemiological features of new coronavirus infection (COVID-19). Communication 1: Modes of implementation of preventive and anti-epidemic measures. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;(1):6–13. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-1-6-13
2. Kovalev EV, Tverdokhlebova TI, Karpushenko GV, *et al.* Epidemiological situation of the new coronavirus infection (COVID-19) in the Rostov region: analysis and forecast. *Meditsinskiy Vestnik Yuga Rossii.* 2020;11(3):69–78. (In Russ.) doi: 10.21886/2219-8075-2020-11-3-69-78
3. Balakhonov SV, Chesnokova MV, Perezhogin AN, *et al.* Epidemiological situation on COVID-19 in Irkutsk region and forecast of its spread. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;(4):34–40. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-34-40
4. Adhikari SP, Meng S, Wu YJ, *et al.* Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infect Dis Poverty.* 2020;9(1):29. doi: 10.1186/s40249-020-00646-x
5. Zhmerenetsky KV, Sazonova EN, Voronina NV, *et al.* COVID-19: Scientific facts only. *Dal'nevostochnyy Meditsinskiy Zhurnal.* 2020;(1):5–22. (In Russ.) doi: 10.35177/1994-5191-2020-1-5-22
6. Danilova IA. Morbidity and mortality from COVID-19. The problem of data comparability. *Demograficheskoe Obozrenie.* 2020;7(1):6–26. (In Russ.)
7. Ivanov SF. Mortality from COVID-19 against the backdrop of other twentieth century mortality bursts. *Demograficheskoe Obozrenie.* 2020;7(2):143–151. (In Russ.) doi: 10.17323/demreview.v7i2.11141
8. Obesnyuk VF. Dynamics of local epidemic COVID-19 outbreak through the prism of compartment modeling. *Health Risk Analysis.* 2020;(2):83–91. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2020.2.09
9. Cao Y, Li L, Feng Z, *et al.* Comparative genetic analysis of the novel coronavirus (2019-nCoV/SARS-CoV-2) receptor ACE2 in different populations. *Cell Discov.* 2020;6:11. doi: 10.1038/s41421-020-0147-1
10. Donoghue M, Hsieh F, Baronas E, *et al.* A novel angiotensin-converting enzyme-re-lated carboxypeptidase (ACE2) converts angiotensin I to angiotensin 1–9. *Circ Res.* 2000;87(5):E1–9. doi: 10.1161/01.res.87.5.e1
11. Udovichenko SK, Zhukov KV, Nikitin DN, *et al.* Epidemic manifestations of COVID-19 in Volgograd region: interim results. *Vestnik VolgGMU.* 2020;(4(76)):30–36. (In Russ.) doi: 10.19163/1994-1994-9480-2020-4(76)-30-36
12. Lvov DK, Alkhovsky SV. Source of the COVID-19 pandemic: ecology and genetics of coronaviruses (Betacoronavirus: Coronaviridae), SARS-CoV, SARS-CoV-2 (subgenus Sarbecovirus), and MERS-CoV (subgenus Merbecovirus). *Voprosy Virusologii.* 2020;65(2):62–70. (In Russ.) doi: 10.36233/0507-4088-2020-65-2-62-70
13. Lvov DK, Alkhovsky SV, Kolobukhina L, Burtseva EI. Etiology of epidemic outbreaks COVID-19 in Wuhan, Hubei Province, Chinese People Republic associated with 2019-nCoV virus (Nidovirales, Coronaviridae, Coronavirinae, Betacoronavirus, subgenus Sarbecovirus): lessons of SARS-CoV outbreak. *Voprosy Virusologii.* 2020;65(1):6–15. (In Russ.) doi: 10.36233/0507-4088-2020-65-1-6-15
14. Trunova OA, Cherkosov VV. Features of the COVID-19 pandemic. *Vestnik Gigieny i Epidemiologii.* 2020;24(2):243–247. (In Russ.)
15. Prilutskii AS. Coronavirus disease 2019. Part 1: Coronavirus characteristic, epidemiological features. *Vestnik Gigieny i Epidemiologii.* 2020;24(1):77–86. (In Russ.)
16. Atzrodt CL, Maknojia I, McCarthy RDP, *et al.* A Guide to COVID-19: a global pandemic caused by the novel coronavirus SARS-CoV-2. *FEBS J.* 2020;287(17):3633–3650. doi: 10.1111/febs.15375
17. Trotsenko OE, Zaitseva TA, Korita TV, *et al.* New coronavirus infection epidemic peculiarities in the Khabarovsk Krai (preliminary results). *Dal'nevostochnyy Zhurnal Infektsionnoy Patologii.* 2021;40(40):20–37. (In Russ.)
18. Chen N, Zhou M, Dong X, *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet.* 2020;395(10223):507–513. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7
19. 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
20. Drapkina OM, Samorodskaya IV, Sivtseva MG, *et al.* COVID-19: urgent questions for estimating morbidity, prevalence, case fatality rate and mortality rate. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika.* 2020;19(3):302–309. (In Russ.) doi: 10.15829/1728-8800-2020-2585
21. Baud D, Qi X, Nielsen-Saines K, Musso D, Pomar L, Favre G. Real estimates of mortality following COVID-19 infection. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(7):773. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30195-X
22. Zhu N, Zhang D, Wang W, *et al.* A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 2020;382(8):727–733. doi: 10.1056/NEJMoa2001017
23. Супотницкий М.В. COVID-19 пандемия как индикатор «белых пятен» в эпидемиологии и инфекционной патологии. *Vestnik Voysk RKhB Zashchity.* 2020;4(3):338–373. (In Russ.) doi: 10.35825/2587-5728-2020-4-3-338-373
24. Акимкин В.Г., Кузин С.Н., Семенов Т.А. и др. Паттерны распространения SARS-CoV-2 эпидемии в мегаполисе. *Voprosy Virusologii.* 2020;65(4):203–211. (In Russ.) doi: 10.36233/0507-4088-2020-65-4-203-211
25. Кутырев В.В., Попова А.Ю., Смоленский В.Ю. и др. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции (COVID-2019). Сообщение 2: Особенности развития эпидемического процесса во взаимосвязи с проводимыми противоэпидемическими мерами в мире и Российской Федерации. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;(2):6–12. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-2-6-12

References



Саногенетический эффект лимонной и янтарной кислот в условиях воздействия инактивированных *M. tuberculosis* на крысС.В. Скупневский¹, Г.М. Трухина², Е.Г. Пухаева¹, А.К. Бадтиев¹,
Ф.К. Руруа¹, Ф.Э. Батагова¹, Ж.Г. Фарниева¹¹Институт биомедицинских исследований – филиал ФГБУН Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», ул. Пушкинская, д. 47, 362025, г. Владикавказ, Российская Федерация²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д. 2, 141014, Московская обл., г.п. Мытищи, Российская Федерация**Резюме****Введение.** Поиск способов коррекции патогенетических нарушений, обусловленных воздействием возбудителя социально значимого заболевания – *M. tuberculosis* на организм, определяет актуальность проведенного исследования и его цель: изучение роли лимонной и янтарной кислот в защитно-приспособительных процессах на фоне индуцированной инактивированными микобактериями патологии соединительной ткани у теплокровных животных.**Методы.** Исследования проведены на крысах линии Wistar. На фоне индуцированной адьювантом Фрейнда (АФ, водно-масляная эмульсия термически обработанных микобактерий туберкулеза) патологии крысам вводили с едой смесь органических кислот в минимальной (17 мг/кг м.т.) и максимальной (88 мг/кг м.т.) дозировке на протяжении 4 недель. Гематологические и биохимические исследования проводили стандартными методами. Активность сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в лимфоцитах крови определяли цитобиохимическим методом. Рентгеновские снимки получали на стационарном ветеринарном аппарате.**Результаты.** На фоне сформированной АФ патологии (лейкоцитоз (увеличение лейкоцитов на 28 % относительно негативного контроля, $p < 0,05$), окислительный стресс (рост содержания малонового диальдегида (МДА) на 40 %, $p < 0,001$; ингибирование каталазы на 4 %), субхондральный склероз головок костей), животные в условиях защитного воздействия карбоновыми кислотами характеризуются дозозависимым купированием иммунотоксических признаков заболевания (нормализация численности лейкоцитов ($p < 0,05$ относительно модельных животных); снижение МДА на 27 %, $p < 0,001$, активация каталазы на 10 %, $p < 0,01$; нормализация СДГ; снижение дистрофических изменений в суставном аппарате животных).**Заключение.** Результаты гематологических, биохимических и рентгенологических исследований свидетельствуют о возможности модификации цитрат-сукцинатной смесью патобиохимических и патоморфологических изменений, обусловленных введением инактивированных *M. tuberculosis* теплокровным животным, что позволяет глубже раскрыть патогенез и повысить эффективность проводимой терапии.**Ключевые слова:** активность митохондрий, воспалительный процесс, лимонная кислота; микобактерии, патология соединительной ткани, перекисное окисление липидов, резистентность к инфекции, саногенез туберкулеза, тканевое дыхание, янтарная кислота.**Для цитирования:** Скупневский С.В., Трухина Г.М., Пухаева Е.Г., Бадтиев А.К., Руруа Ф.К., Батагова Ф.Э., Фарниева Ж.Г. Саногенетический эффект лимонной и янтарной кислот в условиях воздействия инактивированных *M. tuberculosis* на крыс // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 69–75. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-69-75>**Сведения об авторах:**✉ Скупневский Сергей Валерьевич – д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории субклеточных структур Института биомедицинских исследований – филиала ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; e-mail: dreammas@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6233-5944>.Трухина Галина Михайловна – д-р мед. наук, профессор, заведующая микробиологической лабораторией ФБУН «ФНЦ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора»; e-mail: trukhina@list.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9955-7447>.Пухаева Елена Георгиевна – младший научный сотрудник лаборатории субклеточных структур Института биомедицинских исследований – филиала ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; e-mail: medgenetika435@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0850-2537>.Бадтиев Алибек Кириллович – канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории субклеточных структур Института биомедицинских исследований – филиала ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; e-mail: abadtiev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5850-5173>.Руруа Фатима Карловна – младший научный сотрудник лаборатории субклеточных структур Института биомедицинских исследований – филиала ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; e-mail: medgenetika435@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9424-0467>.Батагова Фатима Эльбурсовна – младший научный сотрудник лаборатории субклеточных структур Института биомедицинских исследований – филиала ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; e-mail: medgenetika435@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9105-0350>.Фарниева Жанна Григорьевна – младший научный сотрудник лаборатории субклеточных структур Института биомедицинских исследований – филиала ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; e-mail: medgenetika435@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9154-4729>.**Информация о вкладе авторов:** Скупневский С.В. разработал концепцию и дизайн исследования; Трухина Г.М. описала механизмы токсического действия *M. tuberculosis*; Пухаева Е.Е., Бадтиев А.К., Руруа Ф.К., Батагова Ф.Е. провели эксперимент и оценили гематологические и биохимические параметры; Фарниева Ж.Г. осуществляла обработку статистических данных; все авторы внесли свой вклад в обзор литературы.**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.08.21 / Принята к публикации: 19.08.21 / Опубликовано: 31.08.21

Therapeutic Effects of Citric and Succinic Acids in Rats Exposed to Inactivated *M. tuberculosis*Sergey V. Skupnevskiy,¹ Galina M. Trukhina,² Elena G. Pukhaeva,¹ Alibec K. Badtiev,¹
Fatima K. Rurua,¹ Fatima E. Batagova,¹ Zhanna G. Farnieva¹¹Institute of Biomedical Research – Affiliate of Vladikavkaz Scientific Center of the RAS,
47 Pushkinskaya Street, Vladikavkaz, RNO-Alania, 362025, Russian Federation

² F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene,
2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

Summary

Introduction. The search for methods of correcting pathogenetic disorders related to *Mycobacterium tuberculosis*, the causative agent of tuberculosis, a highly hazardous communicable and socially significant disease, determines the relevance of the research and its *objective* to study the role of citric and succinic acids in protective and adaptive processes in warm-blooded animals with connective tissue disorders induced by inactivated mycobacteria.

Materials and methods. The study was conducted on male *Wistar* rats with diseases induced by complete Freund's adjuvant (a mineral oil emulsion containing heat-killed *Mycobacterium tuberculosis*). The animals were given a feed-added mixture of organic acids at 17 mg/kg body weight (minimum) and 88 mg/kg body weight (maximum) for 4 weeks. Hematology and biochemistry tests were performed using standard methods. The activity of succinate dehydrogenase in blood lymphocytes was determined by the cytochemical method. X-rays were obtained using stationary veterinary imaging equipment.

Results. The protective effect of carboxylic acids in the exposed animals with Freund's adjuvant-induced leukocytosis (expressed by a 28 % increase in white blood cells compared to the negative control, $p < 0.05$), oxidative stress (expressed by an increase in the concentration of malondialdehyde (MDA) by 40 %, $p < 0.001$, and in inhibition of catalase by 4 %), and subchondral bone sclerosis was characterized by a dose-dependent reduction in immunotoxic manifestations of the disease such as normalization of the number of white blood cells ($p < 0.05$ compared to model animals); a 27 % reduction in MDA, $p < 0.001$, a 10 % catalase activation, $p < 0.01$; succinate dehydrogenase normalization, and a decrease in dystrophic changes in the articular system of animals.

Conclusion. The results of hematological, biochemical and radiological tests prove that pathological biochemical and morphological changes related to administration of inactivated *M. tuberculosis* to warm-blooded animals can be modified by a mixture of citric and succinic acids added to feed, which allows a better understanding of the pathogenesis and an increased therapy effectiveness.

Keywords: mitochondrial activity, inflammatory process, citric acid, mycobacteria, connective tissue disorders, lipid peroxidation, infection resistance, tuberculosis sanogenesis, tissue respiration, succinic acid.

For citation: Skupnevskiy SV, Trukhina GM, Pukhaeva EG, Badtiev AK, Rurua FK, Batagova FE, Farnieva ZG. Therapeutic effects of citric and succinic acids in rats exposed to inactivated *M. tuberculosis*. *Zdorov'e Naseleeniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):69–75. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-69-75>

Author information:

✉ Sergey V. Skupnevskiy, Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Laboratory of Subcellular Structures, Institute of Biomedical Research, Affiliate of Vladikavkaz Scientific Center of the RAS; e-mail: dreammas@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6233-5944>.

Galina M. Trukhina, Dr. Sci. (Med.), Prof., Head of Microbiological Laboratory, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: trukhina@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9955-7447>.

Elena G. Pukhaeva, Junior Researcher, Laboratory of Subcellular Structures, Institute of Biomedical Research – Affiliate of Vladikavkaz Scientific Center of the RAS; e-mail: medgenetika435@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0850-2537>.

Alibec K. Badtiev, Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Laboratory of Subcellular Structures, Institute of Biomedical Research, Affiliate of Vladikavkaz Scientific Center of RAS; e-mail: abadtiev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5850-5173>.

Fatima K. Rurua, Junior Researcher, Laboratory of Subcellular Structures, Institute of Biomedical Research – Affiliate of Vladikavkaz Scientific Center of the RAS; e-mail: medgenetika435@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9424-0467>.

Fatima E. Batagova, Junior Researcher, Laboratory of Subcellular Structures, Institute of Biomedical Research – Affiliate of Vladikavkaz Scientific Center of the RAS; e-mail: medgenetika435@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9105-0350>.

Zhanna G. Farnieva, Junior Researcher, Laboratory of Subcellular Structures, Institute of Biomedical Research – Affiliate of Vladikavkaz Scientific Center of the RAS; e-mail: medgenetika435@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9154-4729>.

Author contributions: Skupnevskiy S.V. developed the concept and study design; Trukhina G.M. described the mechanisms of toxic effects of *Mycobacterium tuberculosis*; Pukhaeva E.G., Badtiev A.K., Rurua F.K., and Batagova F.E. conducted the experiment and estimated hematological and biochemical parameters; Farnieva Zh.G. did statistical data processing; all authors contributed to the literature review, read and approved the final version of the article before publication.

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

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

Received: August 9, 2021 / Accepted: August 19, 2021 / Published: August 31, 2021

Introduction. According to the U.S. Centers for Disease Control and Prevention, 1.7 billion people were infected with Koch's bacillus in 2018, which is about 23 % of the world population¹; 5–10 % of the infected usually develop tuberculosis (TB) [1]. The same year, the high-level meeting of UN General Assembly on the fight against tuberculosis adopted the declaration titled “United to End Tuberculosis: An Urgent Global Response to a Global Epidemic” aiming to reduce TB incidence rate by 2030 by 80 % compared to 2015. The annual Global Tuberculosis Report² notes that “...urgent and more ambitious investments and actions are required to put the world on track to reach targets, especially in the context of the coronavirus disease (COVID-19) pandemic.” Despite all the effective measures taken to reduce the spread of infectious *M. tuberculosis*, the disease is among the top 10 global causes of death.

Recent studies have shown that many immunological aspects in the pathogenesis of tuberculosis remain unknown. Some authors [2–6] note that the main reasons for a wide variability of clinical manifestations of the disease are specific features of interaction between the infectious agent and the immune system of the host. In addition to the primary barrier formed

by epithelial cells of the respiratory airways, mainly by secretion of IgA immunoglobulin, phagocytic cells of the innate immune system help fight the infection [7–9]. The role of neutrophils and macrophages, however, is dual because under certain conditions not only do they contribute to elimination of tuberculosis bacteria, but also provide a depot (or incubator) for the pathogen [10].

Epidemiological studies have demonstrated that close contacts of x-ray positive pulmonary TB cases with healthy people (within a family; during a long-term stay in the same cabin of the ship; at work and/or school) may infect only 5 % to 20 % of the latter [11]. One of the main reasons for the identified immunity is genetic polymorphism [12–14] that resists the infection thanks to genes in the loci on chromosomes 2q21–2q24, 5p13–5q22, and TST1 in the chromosomal band 11p14 [15, 16]. Mendelian susceptibility to mycobacterial disease characterized by predisposition to local or disseminated infections is also determined by genetic factors leading to disruption of the interleukin/interferon (IL12/IFN γ)-dependent signaling pathway guiding differentiation of lymphocytes by the Th1 type [17]. Population studies indicate close correlations between individual genes and susceptibility

¹ Tuberculosis. <https://www.cdc.gov/globalhealth/newsroom/topics/tb/index.html>

² Global Tuberculosis Report 2020. Geneva: World Health Organization, 2020.

to tuberculosis [18–20]. Aravindan PP [21] provides a detailed review of genes known to determine high susceptibility of humans to *M. tuberculosis* such as the monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1), natural resistance-associated macrophage protein 1 (NRAMP1), toll-like receptors (TLR,) interleukin (IL-8), etc. Findings of scientific studies on the influence of external and internal (mostly genetic) factors on lability of the organism to tuberculosis mycobacteria help identify populations at risk and take targeted preventive actions [22–24]. Comprehensive prevention of complications of both acute and chronic tuberculosis, such as systemic and metabolic dysfunctions, structural pathologies of organs and tissues [25–27], may also lower related disability and mortality rates. A laboratory experiment on warm-blooded animals is widely used to study the etiology and pathogenesis of tuberculosis complications. Complete Freund's adjuvant (CAF, a mineral oil emulsion containing heat-killed *Mycobacterium tuberculosis*) finds application among the model agents that cause systemic pathologies following the effect of lipopolysaccharides of *M. tuberculosis* on the organisms [28]. Its administration to experimental animals induces generalized inflammation and a wide range of autoimmune diseases such as rheumatoid arthritis, encephalomyelitis, uveitis, kidney damage, etc. [29–32]. The use of the model of adjuvant-induced autoimmune disorders also contributes to the search for safe and effective prophylactic medications [33–36].

Our objective was to study the role of citric and succinic acids in protective and adaptive processes in warm-blooded animals with connective tissue disorders induced by inactivated mycobacteria.

Materials and methods. The studies were carried out on male *Wistar* rats ($n = 29$, 400–440 g body weight) aged 24 months, purchased from the *Rappolovo* Laboratory Animal Breeding Facility, Leningrad Region. The rats were kept under standard vivarium conditions at constant temperature, humidity, 12/12 h light/dark cycle, and with free access to feed and water. All researchers complied with the requirements of the Guidelines for Ethical Conduct in the Care and Use of Nonhuman Animals in Research (National Research Council Guidelines, 2011; <https://www.apa.org/science/leadership/care/care-animal-guidelines.pdf>) and GOST R 53434-2009, *Principles of Good Laboratory Practice*. The study was approved by the Ethics Committee at the Institute of Biomedical Research of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russian Federation. The rats were euthanized in a CO₂ chamber. All solutions were injected under light general anesthesia with Zoletil™ (Virbac, Carros, France). The rodents were divided into four groups. The first group (negative controls, $n = 6$) were injected subcutaneously with the isotonic sodium chloride solution in a volume of 0.1 mL per 200 g body weight (BW) into the right hind limb. The second group (positive controls, $n = 7$) was injected once with complete Freund's adjuvant (CAF) produced by Difco Laboratories Ltd. (Detroit, Michigan, USA) in a volume of 0.1 mL per 200 g BW into the right hind limb. Animals of the third and fourth groups (8 animals each) with disorders induced by injection of 0.1 mL CAF per 200 g BW received once a day with feed a mixture of citric and succinic acids (CA

and SA, respectively), in a ratio of 1 : 4 by weight, for 4 weeks. The dosage of acids (neutralized to pH = 7.5 with mineral water) was 17 mg/kg and 88 mg/kg BW in the third and fourth groups, respectively. The entire experiment lasted 7 weeks.

Hematological, biochemical, and cytochemical tests were performed using whole blood of animals sampled from the heart under general anesthesia with Zoletil™.

The number of blood leukocytes (WBCs) was counted using an automated hematology analyzer Mythic 22 (Poland).

The activity of succinate dehydrogenase (SDH) in blood lymphocytes was determined by the cytochemical method proposed by M.N. Kondrashova and co-authors³. For this purpose, 10 µL of blood was dropped onto glass slides, and smears were prepared using a Microscopy Vision device (Austria). The microscope slides were dried and fixed in a 60 % acetone solution for 30 s and then rinsed with distilled water. SDH activity was determined as the difference in indicators (No. 1 – No. 2) of the color intensity of granules obtained by incubating blood cells for 1 hour at $t = 37^\circ\text{C}$ in Solution 1 consisting of 125 mmol/L KCl, 10 mmol/L HEPES, 1 mg/mL oxygenated nitroblue tetrazolium (NBT), and 5 mmol/L succinic acid; and Solution 2 containing 125 mmol/L KCl, 10 mmol/L HEPES, 1 mg/mL NBT, and 5 mmol/L malonic acid used as a selective inhibitor of SDH (pH 7.2 ± 0.01). After incubation, the slides were washed with distilled water, dried, and stained in a 0.05 % neutral red solution, which has an affinity for cell nuclei. The preparations were analyzed by light microscopy at 1,000× magnification under oil immersion. For each rat, we examined 100 cells randomly chosen from three microscope slide regions: anterior, middle, and posterior. The preparations were photographed and processed using the Bio Images software (Pushchino, Russian Federation), which allows calculating the area and color intensity of diformazan granules serving as markers of mitochondrial respiratory activity.

For biochemical testing, blood was centrifuged and fractionated. Hydroperoxides in plasma were determined according to Gavrilov using test kits by Agat-Med LLC (Russian Federation), and the level of malondialdehyde was measured by the thiobarbituric acid reactive substance assay in erythrocytes preliminarily washed with a cold ($t = 4^\circ\text{C}$) isotonic solution⁴. Catalase activity was studied using a method based on spectrophotometric measurement of hydrogen peroxide decomposition rate at a wavelength of 230 nm (T. Beutler⁵).

X-rays were obtained on a stationary veterinary X-ray machine Ecoray Ultra 300V (Seoul, South Korea).

We estimated the mean and its standard error. The normal distribution of the data was checked using the Shapiro–Wilk test and, in case of positive conclusion, the hypotheses were compared using the Student's *t*-test in Microsoft Excel. Differences were considered statistically significant at $p \leq 0.05$. Correlation coefficients (r_{xy}) were calculated according to Pearson.

Results. The mycobacterial component of complete Freund's adjuvant provides in the long term (for small

³ Kondrashova MN, Zakharchenko MV, Khunderyakova NV, Maevskiy EI. [Cytochemical method for determining the activity of succinate dehydrogenase, the oxidation of endogenous succinic acid, the signaling effect of micromolar concentrations of succinic acid, its use for quantifying the level of adrenergic regulation in the body, the medium and the kit for implementing the method.] Patent RU 2364868 C1. (In Russ.)

⁴ [Methods of Clinical Laboratory Testing.] Kamyshnikov VS, ed. 8th ed. Moscow: MEDpress-inform Publ., 2016. (In Russ.)

⁵ [Handbook of Laboratory Research Methods.] Danilova LA, ed. Moscow: Piter Publ., 2003. (In Russ.)

laboratory animals – within several weeks) remodeling of the hematopoietic system and release of immature leukocytes (myelopoietic cell) into the circulation [37], which is confirmed by the results presented in Fig. 1.

The bar graph shows that the immune response to the injection of *M. tuberculosis* antigens was manifested by leukocytosis since the number of WBCs in model animals increased by 28 % compared to the controls ($p = 0.016$), thus indicating chronic inflammation. Owing to administration of a mixture of organic acids with antioxidant activity, the severity of responses differed qualitatively depending on the dose. The minimal dose of 17 mg/kg BW made the immunological response 15 % greater than that in the positive control group, while the maximal dose of 88 mg/kg BW helped maintain the hematological indicator within the normal range (comparable to that of the negative control) differing significantly from the indicators of the model group by 22 % ($p = 0.039$).

The important role of free radical oxidation processes in the mechanism of inflammation determines the interest to assessing markers of lipid peroxidation in blood of experimental animals (Fig. 2).

The figure shows that antigenic stimulation of the body is accompanied by disturbance of redox homeostasis with an increase in pro-oxidant processes. The scattering of indicators of the primary lipid peroxidation products (hydroperoxides) between the norm and pathology is 17 % (insignificant) and

for secondary products including malondialdehyde (thiobarbiturates) – already 40 % ($p < 0.001$). The therapeutic effect of the citrate-succinate mixture leads to a dose-dependent normalization of processes involving such highly reactive intermediates as free oxygen radicals, which is manifested by a statistically significant decrease in MDA by 3 % (minimum dosage) and 27 % (maximum dosage, $p < 0.001$).

The protective effect of organic acids on antioxidant enzymes is shown in Fig. 3.

Administration of CAF to animals leads to a slight (by 4 %) inactivation of catalase, one of the key enzymes responsible for the inactivation of reactive oxygen species. Consumed citric and succinic acids contribute to statistically significant reactivation of H_2O_2 -oxidoreductase by 10 % ($p = 0.01$) and 5 % in groups with minimum and maximum dosages, respectively.

Figure 4 shows the functional state of mitochondria in immunocompetent cells by the key respiratory enzyme SDH.

According to our findings, one of the manifestations of immunotoxic effect of CAF is an imbalance in cellular respiration. In animals with the modelled pathology, SDH is activated by 23–39 % (insignificant); at this, the administration of the Krebs cycle substrates (citric and succinic acids) in the minimum dosage does not affect the state of the second respiratory complex against the developed disorder while the

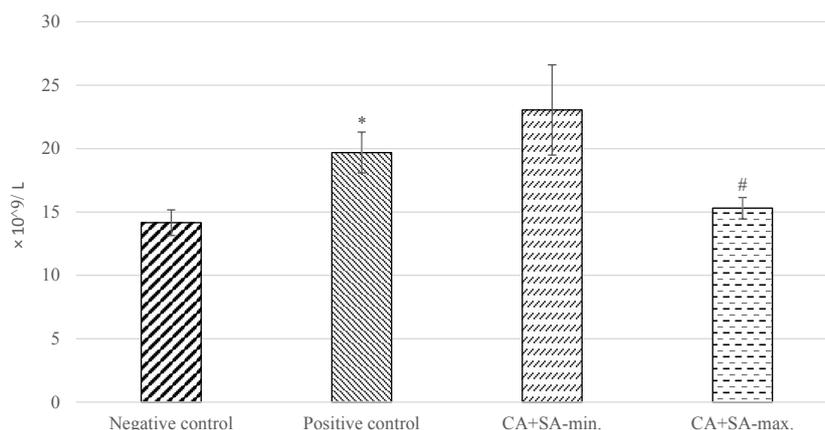


Рис. 1. Общее количество лейкоцитов в крови лабораторных животных (* $p < 0,05$ относительно негативного контроля, # $p < 0,05$ относительно позитивного контроля)

Fig. 1. White blood cell counts in the rats (* $p < 0.05$ compared to the negative control, # $p < 0.05$ compared to the positive control)

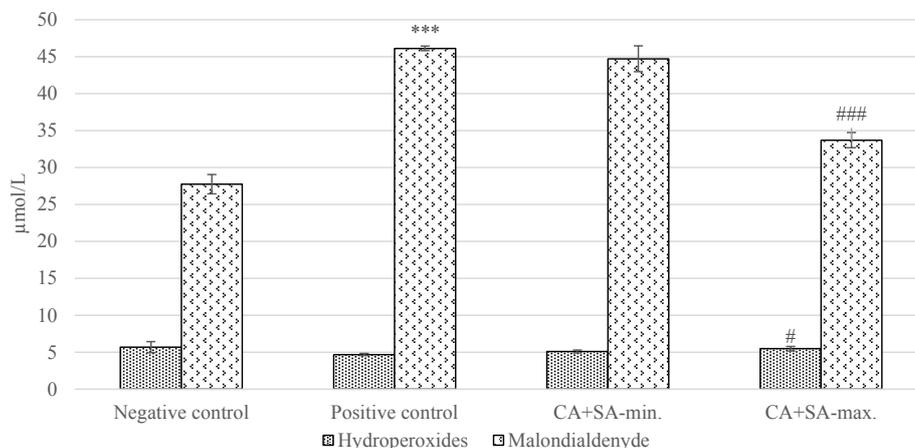


Рис. 2. Содержание продуктов липопероксидации в крови у крыс (*** $p < 0,001$ относительно негативного контроля, # $p < 0,05$, ### $p < 0,001$ относительно позитивного контроля)

Fig. 2. Concentration of lipoperoxidation products in the blood of rats (*** $p < 0.001$ compare to the negative control, # $p < 0.05$, ### $p < 0.001$ compare to the positive control)

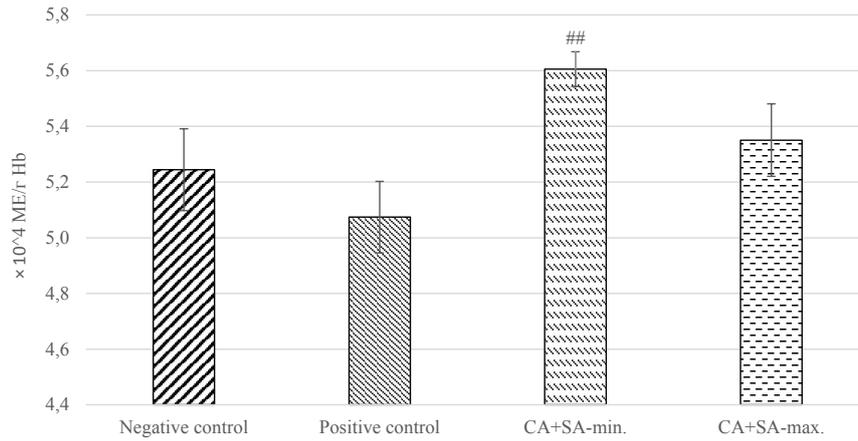


Рис. 3. Активность эритроцитарной каталазы у крыс
Fig. 3. Activity of erythrocyte catalase in the rats

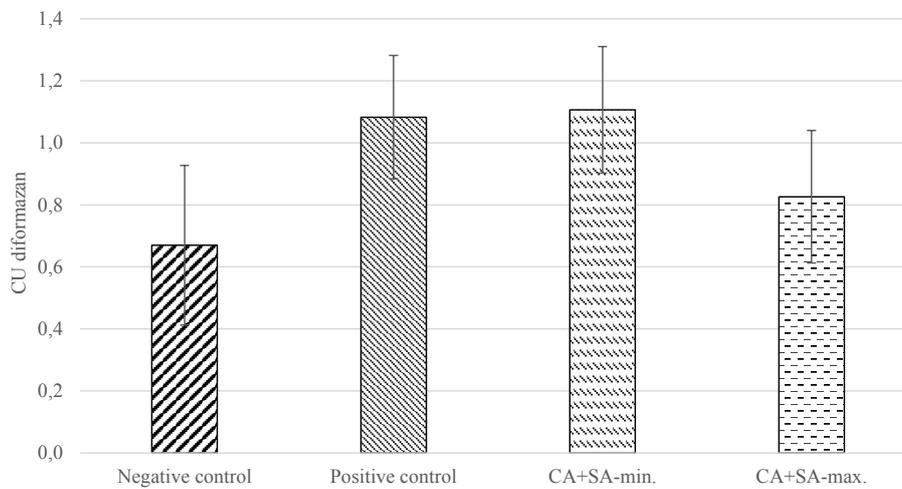


Рис. 4. Активность сукцинатдегидрогеназы в митохондриях лимфоцитов у крыс
Fig. 4. Activity of succinate dehydrogenase in the mitochondria of lymphocytes in rats

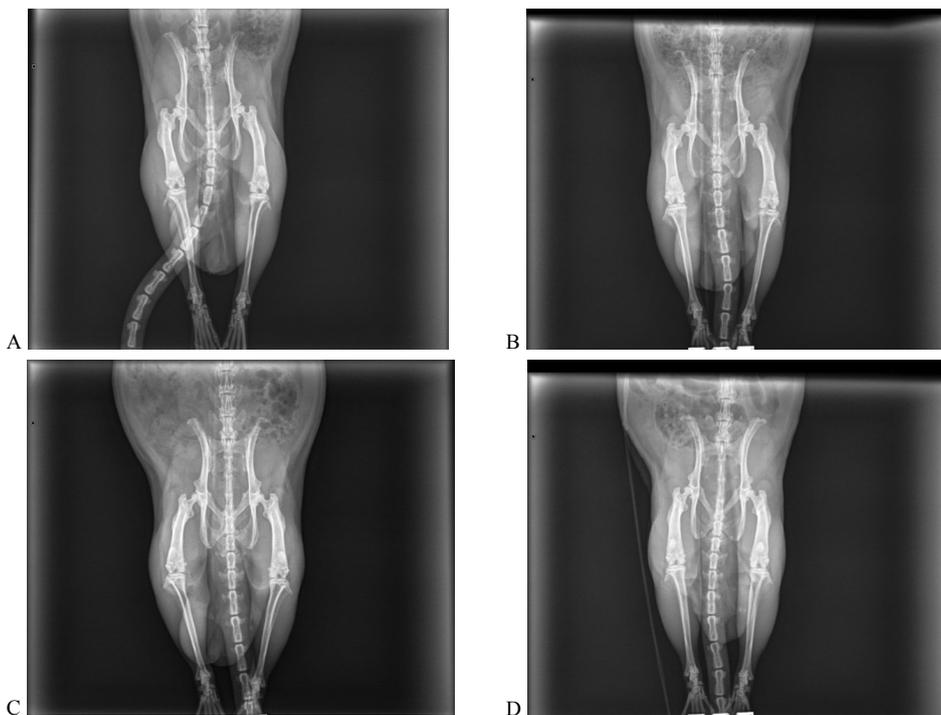


Рис. 5. Рентгенологические снимки экспериментальных животных (А – негативный контроль; В – позитивный контроль; С, D – животные, получавшие смесь лимонной и янтарной кислот в минимальной и максимальной дозах)
Fig. 5. X-ray images of experimental animals (A – negative control; B – positive control; C and D – animals given a mixture of citric and succinic acids in minimum and maximum doses)

maximum dosage promotes normalization of oxidative phosphorylation.

Taking into account the involvement of connective tissue in the systemic inflammatory response syndrome induced by the injected oil emulsion of heat-killed *M. tuberculosis* in the animals, the study of the musculoskeletal system enables evaluation of therapeutic effectiveness (Fig. 5).

The articular system of the animals in the model group is characterized by cyst-like white spots in the heads of bones and their subchondral sclerosis. Uneven narrowing of joint spaces is typical of these animals. The warm-blooded animals that received antioxidant therapy in the diet are characterized by a decrease in dystrophic changes manifested by uneven narrowing of joint spaces and small cyst-like white spots; yet, the described changes can be reversible.

The animals of the negative control group had no visible pathological lesions.

Discussion. As of today, the increased risks of tuberculosis and opportunistic infections are associated with inclusion of anti-cytokine drugs in the pathogenetic therapy for COVID-19⁶. Measures taken to enhance the resistance of the organism and prevent complications of the underlying condition (i.e. tuberculosis) should contribute to reduction of the collateral damage of their wide use [38, 39]. Maintaining the redox balance during the inflammatory process (especially that of the infectious etiology) is aimed at preventing oxidative stress and preserving high barrier properties of membranes impeding cell contamination. In this connection the antioxidant effect of a mixture of citric and succinic acids manifested by a dose-dependent decrease in the blood level of malondialdehyde in the experimental animals with *M. tuberculosis*-induced disorders increases the resistance of the body to the pathogen. This effect is based not only on the direct action of natural antioxidants inhibiting the oxidative process, but also on their stimulation of enzymes of the antioxidant defense system, as shown by catalase activation in treated animals (Fig. 3). The established high inverse correlation between the activity of SDH and level of hydroperoxides in plasma $r_{xy} = -0.90$ also substantiates the regulatory role of organic acids in redox homeostasis: against the background of activation of cell respiration, stabilization of the release of primary products of oxidative destruction in membranes is noted. Evidence of an increase in the body's resistance to damage through citric and succinic acids is the results of X-ray studies, which indicate a modification of the pathogenesis of autoimmune rheumatoid arthritis and the possibility of arresting pathomorphological changes even in the late stages of the disease.

Conclusion

A mixture of citric and succinic acids contributes to an increase in immune resistance in warm-blooded animals with *M. tuberculosis*-induced disorders, which is manifested by a reduced inflammation, suppression of oxidative stress, including through activation of antioxidant enzymes, normalization of cellular respiration, and enhancement of cellular barriers. Correction of the immune status with a mixture of organic acids lowered the risk of developing musculoskeletal disorders (autoimmune rheumatoid arthritis) caused by the effect of *M. tuberculosis* antigens on the body.

References

1. Nikolaev AV, Churilov LP. Immunologic links in pathogenesis of pulmonary tuberculosis versus sarcoidosis. *Zdorov'e – Osnova Chelovecheskogo Potentsiala: Problemy i Puti Ikh Resheniya*. 2020;15(2):700–719. (In Russ.)
2. Gergert VJ, Averbakh MM, Ergeshov AE. Immunological aspects of tuberculosis pathogenesis. *Terapevticheskiy Arhiv*. 2019;91(11):90–97. (In Russ.) doi: 10.26442/00403660.2019.11.000262
3. Sia JK, Rengarajan J. Immunology of *Mycobacterium tuberculosis* infections. *Microbiol Spectr*. 2019;7(4):10.1128/microbiolspec.GPP3-0022-2018. doi: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0022-2018
4. Zhai W, Wu F, Zhang Y, Fu Y, Liu Z. The immune escape mechanisms of *Mycobacterium Tuberculosis*. *Int J Mol Sci*. 2019;20(2):340. doi: 10.3390/ijms20020340
5. Hunter RL. Tuberculosis as a three-act play: A new paradigm for the pathogenesis of pulmonary tuberculosis. *Tuberculosis (Edinb)*. 2016;97:8–17. doi: 10.1016/j.tube.2015.11.010
6. Hunter RL. The Pathogenesis of Tuberculosis: The Early Infiltrate of Post-primary (Adult Pulmonary) Tuberculosis: A Distinct Disease Entity. *Front Immunol*. 2018;9:2108. doi: 10.3389/fimmu.2018.02108
7. Simmons JD, Stein CM, Seshadri C, et al. Immunological mechanisms of human resistance to persistent *Mycobacterium tuberculosis* infection. *Nat Rev Immunol*. 2018;18(9):575–589. doi: 10.1038/s41577-018-0025-3
8. Lee JY, Kim BJ, Koo HK, et al. Diagnostic Potential of IgG and IgA Responses to *Mycobacterium tuberculosis* Antigens for Discrimination among Active Tuberculosis, Latent Tuberculosis Infection, and Non-Infected Individuals. *Microorganisms*. 2020;8(7):979. doi: 10.3390/microorganisms8070979
9. Lu LL, Chung AW, Rosebrock TR, et al. A Functional Role for Antibodies in Tuberculosis. *Cell*. 2016;167(2):433–443.e14. doi:10.1016/j.cell.2016.08.072
10. Eruslanov EB, Lyadova IV, Kondratieva TK, et al. Neutrophil responses to *Mycobacterium tuberculosis* infection in genetically susceptible and resistant mice. *Infect Immun*. 2005;73(3):1744–1753. doi: 10.1128/IAI.73.3.1744-1753.2005
11. Ringshausen FC, Nienhaus A, Schablon A, Schlusser S, Schultze-Werninghaus, Rohde G. Predictors of persistently positive *Mycobacterium-tuberculosis*-specific interferon-gamma responses in the serial testing of health care workers. *BMC Infect Dis*. 2010;10:220. doi: 10.1186/1471-2334-10-220
12. Möller M, Kinnear CJ, Orlova M, et al. Genetic Resistance to *Mycobacterium tuberculosis* Infection and Disease. *Front Immunol*. 2018;9:2219. doi: 10.3389/fimmu.2018.02219
13. Cai L, Li Z, Guan X, et al. The Research Progress of Host Genes and Tuberculosis Susceptibility. *Oxid Med Cell Longev*. 2019;2019:9273056. doi:10.1155/2019/9273056
14. Milano M, Moraes MO, Rodenbusch R, et al. Single Nucleotide Polymorphisms in IL17A and IL6 Are Associated with Decreased Risk for Pulmonary Tuberculosis in Southern Brazilian Population. *PLoS One*. 2016;11(2):e0147814. doi: 10.1371/journal.pone.0147814
15. Cobat A, Gallant CJ, Simkin L, et al. Two loci control tuberculin skin test reactivity in an area hyperendemic for tuberculosis. *J Exp Med*. 2009;206(12):2583–2591. doi: 10.1084/jem.20090892
16. Khalilullah SA, Harapan H, Hasan NA, Winardi W, Ichsan I, Mulyadi M. Host genome polymorphisms and tuberculosis infection: What we have to say? *Egypt J Chest Dis Tuberc*. 2014;63(1):173–185. doi: 10.1016/j.ejcdt.2013.12.002
17. De Martino M, Lodi L, Galli L, Chiappini E. Immune response to *Mycobacterium tuberculosis*: A narrative review. *Front Pediatr*. 2019;7:350. doi: 10.3389/fped.2019.00350

⁶ Temporary Guidelines: Prevention, Diagnosis and Treatment of the Novel Coronavirus Disease (COVID-19). Version 9, October 26, 2020. (In Russ.)

18. Abel L, El-Baghdadi J, Bousfiha AA, Casanova JL, Schurr E. Human genetics of tuberculosis: a long and winding road. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2014;369(1645):20130428. doi: 10.1098/rstb.2013.0428
19. Zheng M, Shi S, Wei W, *et al.* Correlation between MBL2/CD14/TNF- α gene polymorphisms and susceptibility to spinal tuberculosis in Chinese population. *Biosci Rep.* 2018;38(1):BSR20171140. doi: 10.1042/BSR20171140
20. Liang B, Guo Y, Li Y, Kong H. Association between IL-10 gene polymorphisms and susceptibility of tuberculosis: evidence based on a meta-analysis. *PLoS One.* 2014;9(2):e88448. doi: 10.1371/journal.pone.0088448
21. Aravindan PP. Host genetics and tuberculosis: theory of genetic polymorphism and tuberculosis. *Lung India.* 2019;36(3):244–252. doi: 10.4103/lungindia.lungindia_146_15
22. Taleuzzaman M, Kumar V. Recent complications and issues in tuberculosis treatment. *Recent Pat Antiinfect Drug Discov.* 2017;12(2):138–146. doi: 10.2174/1574891X12666171006104430
23. Shimeles E, Enquselassie F, Aseffa A, *et al.* Risk factors for tuberculosis: A case-control study in Addis Ababa, Ethiopia. *PLoS One.* 2019;14(4):e0214235. doi: 10.1371/journal.pone.0214235
24. Tan D, Wang B, Li X, *et al.* Identification of Risk Factors of Multidrug-Resistant Tuberculosis by using Classification Tree Method. *Am J Trop Med Hyg.* 2017;97(6):1720–1725. doi: 10.4269/ajtmh.17-0029
25. Shah M, Reed C. Complications of tuberculosis. *Curr Opin Infect Dis.* 2014;27(5):403–410. doi: 10.1097/QCO.0000000000000090
26. Liu Y, Zhang L, Zhou Z, *et al.* Clinical Features and Risk Factors of Active Tuberculosis in Patients with Behçet's Disease. *J Immunol Res.* 2020;2020:2528676. doi:10.1155/2020/2528676
27. Hunter RL. The Pathogenesis of Tuberculosis-The Koch Phenomenon Reinstated. *Pathogens.* 2020;9(10):813. doi:10.3390/pathogens9100813
28. McCarson KE. Models of inflammation: carrageenan- or complete Freund's adjuvant (CFA)-induced edema and hypersensitivity in the rat. *Curr Protoc Pharmacol.* 2015;70:5.4.1–5.4.9. doi: 10.1002/0471141755.ph0504s70
29. Apostylis JS, Lunardelli VAS, Coirada FC, Boscardin SB, Rosa DS. Adjuvants: classification, modus operandi, and licensing. *J Immunol Res.* 2016;2016:1459394. doi: 10.1155/2016/1459394
30. Navarro-Alvarez N, Gonzalves BMM, Andrews AR, Sachs DH, Huang CA. A CFA-induced model of inflammatory skin disease in miniature swine. *Int J Inflam.* 2018; 2018:6916920. doi: 10.1155/2018/6916920
31. Fontes JA, Barin JG, Talor MV, *et al.* Complete Freund's adjuvant induces experimental autoimmune myocarditis by enhancing IL-6 production during initiation of the immune response. *Immun Inflamm Dis.* 2017;5(2):163–176. doi: 10.1002/iid3.155
32. Dubé JY, McIntosh F, Zarruk JG, David S, Nigou J, Behr MA. Synthetic mycobacterial molecular patterns partially complete Freund's adjuvant. *Sci Rep.* 2020;10(1):5874. doi: 10.1038/s41598-020-62543-5
33. Yu X, Petersen F. A methodological review of induced animal models of autoimmune diseases. *Autoimmun Rev.* 2018;17(5):473–479. doi: 10.1016/j.autrev.2018.03.001
34. Reza Khorramzadeh M, Saadat F. Animal models for human disease. *Animal Biotechnology.* 2020:153–171. doi: 10.1016/B978-0-12-811710-1.00008-2
35. van Aalst S, Ludwig IS, van der Zee R, van Eden W, Broere F. Bystander activation of irrelevant CD4+T cells following antigen-specific vaccination occurs in the presence and absence of adjuvant. *PLoS One.* 2017 May 10;12(5):e0177365. doi: 10.1371/journal.pone.0177365
36. Dudics S, Langan D, Meka RR, *et al.* Natural products for the treatment of autoimmune arthritis: their mechanisms of action, targeted delivery, and interplay with the host microbiome. *Int J Mol Sci.* 2018;19(9):2508. doi: 10.3390/ijms19092508
37. Billiau A, Matthys P. Modes of action of Freund's adjuvants in experimental models of autoimmune diseases. *J Leukoc Biol.* 2001;70(6):849–860.
38. Feldmann M, Maini RN, Woody JN, *et al.* Trials of anti-tumour necrosis factor therapy for COVID-19 are urgently needed. *Lancet.* 2020;395(10234):1407–1409. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30858-8
39. Fajgenbaum DC, June CH. Cytokine storm. *N Engl J Med.* 2020;383:2255–2273. doi: 10.1056/NEJMra2026131



© Коллектив авторов, 2021

УДК 578.891 (083.97) (470.2)

Актуальные вопросы эпидемиологического надзора за хроническими вирусными гепатитами В, С, D и гепатоцеллюлярной карциномой на региональном уровне

Е.В. Хорькова¹, Л.В. Лялина^{2,3}, О.М. Микаилова⁴, А.Ю. Ковеленов¹,
Ю.В. Останкова², Д.Э. Валутите², Т.А. Стасишкис¹, В.В. Цветков⁵,
К.Е. Новак⁶, О.Ю. Ришняк², И.В. Крицкая⁷, Л.В. Буц⁸, Д.С. Тягунов⁹

¹ГКУЗ Ленинградской области «Центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями», ул. Мира, д. 16, г. Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

²ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» Роспотребнадзора, ул. Мира, д. 14, г. Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация

⁴Управление Роспотребнадзора по Московской области, ул. Семашко, д. 2, Московская обл., г.п. Мытищи, 141014, Российская Федерация

⁵ФГБУ «Научно-исследовательский институт гриппа имени А.А. Смородинцева» Минздрава России, ул. Профессора Попова, д. 15/17, г. Санкт-Петербург, 197022, Российская Федерация

⁶ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, ул. Литовская, д. 2, г. Санкт-Петербург, 194100, Российская Федерация

⁷Управление Роспотребнадзора по городу Санкт-Петербургу, ул. Стремянная, д. 19, г. Санкт-Петербург, 191025, Российская Федерация

⁸Управление Роспотребнадзора по Ленинградской области, ул. Ольминского, д. 27, г. Санкт-Петербург, 192029, Российская Федерация

⁹ГБУЗ «Ленинградский областной клинический онкологический диспансер им. Л.Д. Романа», Литейный пр., д. 37-39, г. Санкт-Петербург, 191104, Российская Федерация

Резюме

Введение. Для достижения цели элиминации вирусных гепатитов к 2030 году необходима оценка реальной ситуации, совершенствование эпидемиологического надзора и профилактики этих инфекций.

Цель исследования: оценить результаты эпидемиологического надзора за хроническими вирусными гепатитами В, С, D и гепатоцеллюлярной карциномой для оптимизации системы надзора на региональном уровне.

Материалы и методы. Проведен анализ заболеваемости вирусными гепатитами В, С и раком печени в регионах Северо-Западного и Центрального округов России за последние 10 лет. Распространенность гепатитов В, С, D, генотипов вируса гепатита С (6020 обследованных) и анализ 465 историй болезней пациентов с гепатоцеллюлярной карциномой изучены в Ленинградской области.

Методы исследования: эпидемиологический анализ, ИФА, ПЦР, методы статистики.

Результаты. Установлена тенденция к снижению заболеваемости хроническими гепатитами В и С на всех изученных территориях. В 2020 году высокие показатели отмечены в Санкт-Петербурге – 26,2 (гепатит В) и 49,2 (гепатит С) на 100 тыс. населения, в Москве – 9,1 и 39,2 на 100 тыс. населения. Распространенность гепатита D в Ленинградской области составила 6,3 на 100 тыс. населения. Среди генотипов вируса гепатита С преобладают 1-й и 3-й – 48,9 и 43,9 % соответственно. Высокая заболеваемость раком печени установлена в Псковской, Новгородской областях и Санкт-Петербурге.

Заключение. Результаты свидетельствуют об эффективности системы надзора и профилактики хронических гепатитов В и С. Основные задачи состоят в дальнейшем снижении заболеваемости, обследовании всех больных хроническим гепатитом В на гепатит D, использование результатов молекулярно-генетических исследований и раковых регистров для целей эпидемиологического надзора.

Ключевые слова: эпидемиологический надзор, вирусные гепатиты, гепатоцеллюлярная карцинома.

Для цитирования: Хорькова Е.В., Лялина Л.В., Микаилова О.М., Ковеленов А.Ю., Останкова Ю.В., Валутите Д.Э., Стасишкис Т.А., Цветков В.В., Новак К.Е., Ришняк О.Ю., Крицкая И.В., Буц Л.В., Тягунов Д.С. Актуальные вопросы эпидемиологического надзора за хроническими вирусными гепатитами В, С, D и гепатоцеллюлярной карциномой на региональном уровне // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 8. С. 76–84. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-76-84>

Сведения об авторах:

✉ **Хорькова** Елена Владимировна – заместитель главного врача ГКУЗ Ленинградской области «Центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями»; e-mail: Khorkovae@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6550-1872>.

Лялина Людмила Владимировна – д-р мед. наук, профессор, заведующая лабораторией эпидемиологии инфекционных и неинфекционных заболеваний ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» Роспотребнадзора; профессор кафедры эпидемиологии, паразитологии и дезинфектологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; e-mail: lyalina@pasteur.org.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9921-3505>.

Микаилова Ольга Михайловна – канд. мед. наук, руководитель Управления Роспотребнадзора по Московской области; e-mail: org@50.gosrotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3842-6368>.

Ковеленов Алексей Юрьевич – д-р мед. наук, главный врач ГКУЗ Ленинградской области «Центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями»; e-mail: akovelenov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6952-2358>.

Останкова Юлия Владимировна – канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной иммунологии ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» Роспотребнадзора; e-mail: shenna1@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2270-8897>.

Валутите Диана Эдуардовна – врач клинической лабораторной диагностики отделения ВИЧ-инфекции и СПИД ассоциированных заболеваний ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» Роспотребнадзора; e-mail: dianavalutite008@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0931-102X>.

Стасишкис Татьяна Алексеевна – канд. мед. наук, врач-инфекционист ГКУЗ Ленинградской области «Центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями»; e-mail: stasishkis@yandex.ru.

Цветков Валерий Владимирович – канд. мед. наук, старший научный сотрудник ФГБУ «Научно-исследовательский институт гриппа имени А.А. Смородинцева» Минздрава России; e-mail: suppcolor@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5195-9316>.

Новак Ксения Егоровна – канд. мед. наук, доцент кафедры инфекционных болезней взрослых и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; e-mail: kseniya.novak@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5195-9316>.

Current Issues of Epidemiological Surveillance of Chronic Viral Hepatitis B, C, D and Hepatocellular Carcinoma at the Regional Level

Elena V. Khorkova,¹ Liudmila V. Lyalina,^{2,3} Olga M. Mikailova,⁴ Alexey Yu. Kovelonov,¹ Yulia V. Ostankova,² Diana E. Valutite,² Tatyana A. Stasishkis,¹ Valeriy V. Tsvetkov,⁵ Ksenia E. Novak,⁶ Oksana Yu. Rishnyak,² Irina V. Kritskaya,⁷ Lidia V. Buts,⁸ Dmitriy S. Tyagunov⁹

¹Leningrad Regional Center for Prevention and Treatment of AIDS and Infectious Diseases, 16 Mira Street, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

²Pasteur St. Petersburg Research Institute of Epidemiology and Microbiology, 14 Mira Street, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

³Mechnikov Northwestern State Medical University, 41 Kirochnaya Street, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation

⁴Moscow Regional Rospotrebnadzor Office, 2 Semashko Street, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

⁵Smorodintsev Research Institute of Influenza, 15/17 Professor Popov Street, Saint Petersburg, 197022, Russian Federation

⁶Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya Street, Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

⁷Saint Petersburg Rospotrebnadzor Office, 19 Stremyannaya Street, Saint Petersburg, 191025, Russian Federation

⁸Leningrad Regional Rospotrebnadzor Office, 27 Olminsky Street, Saint Petersburg, 192029, Russian Federation

⁹Leningrad Regional Clinical Oncological Dispensary named after L.D. Roman, 37–39 Liteiny Prospekt, Saint Petersburg, 191104, Russian Federation

Summary

Introduction. To achieve the goal of eliminating viral hepatitis by 2030, it is necessary to assess the real situation, improve epidemiological surveillance and prevention of these infections.

Objectives: To evaluate the results of epidemiological surveillance of chronic viral hepatitis B, C, D and hepatocellular carcinoma in order to optimize the surveillance system at the regional level.

Materials and methods: We analyzed the incidence of viral hepatitis B, C and liver cancer in the regions of the Northwestern and Central Federal Districts of the Russian Federation over the past 10 years. We also studied the prevalence of hepatitis B, C, D, and hepatitis C virus genotypes (6,020 cases), and examined 465 case histories of patients with hepatocellular carcinoma in the Leningrad Region using techniques of epidemiological analysis, ELISA, PCR, and statistical methods.

Results: We established a tendency towards a decrease in the incidence of chronic hepatitis B and C in all study areas. In 2020, high rates of hepatitis B (26.2 and 9.1) and hepatitis C (49.2 and 39.2) were registered in St. Petersburg and Moscow per 100,000 population, respectively. The prevalence of hepatitis D in the Leningrad Region was 6.3 per 100,000 population. Hepatitis C virus genotypes 1 and 3 prevailed (48.9 % and 43.9 %, respectively). A high incidence of liver cancer was established in St. Petersburg, the Pskov and Novgorod Regions.

Conclusions: Our findings prove the efficiency of the surveillance system and prevention of chronic hepatitis B and C. The main objectives are to further reduce the incidence rate, screen all patients with chronic hepatitis B for hepatitis D, and use the results of molecular genetic studies and cancer registries for epidemiological surveillance purposes.

Keywords: epidemiological surveillance, viral hepatitis, hepatocellular carcinoma.

For citation: Khorkova EV, Lyalina LV, Mikailova OM, Kovelonov AYU, Ostankova YuV, Valutite DE, Stasishkis TA, Tsvetkov VV, Novak KE, Rishnyak OYu, Kritskaya IV, Buts LV, Tyagunov DS. Current issues of epidemiological surveillance of chronic viral hepatitis B, C, D and hepatocellular carcinoma at the regional level. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(8):76–84. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-76-84>

Author information:

✉ Elena V. Khorkova, Deputy Chief Physician, Leningrad Regional Center for Prevention and Treatment of AIDS and Infectious Diseases; e-mail: Khorkovae@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6550-1872>.

Liudmila V. Lyalina, Dr. Sci. (Med.), Prof., Head of the Laboratory of Epidemiology of Infectious and Non-infectious Diseases, Pasteur St. Petersburg Research Institute of Epidemiology and Microbiology; Professor, Department of Epidemiology, Parasitology and Disinfectology, Mechnikov Northwestern State Medical University; e-mail: lyalina@pasteur.org.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9921-3505>.

Olga M. Mikailova, Cand. Sci. (Med.), Head of the Moscow Regional Rospotrebnadzor Office; e-mail: org@50.rospotrebnadzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3842-6368>.

Большую проблему в современный период представляют сочетанные формы инфекционных заболеваний (ВИЧ-инфекция, гепатиты, туберкулез), которые характеризуются неблагоприятными клиническими, эпидемиологическими и социальными последствиями. По оценкам специалистов, коморбидные состояния влияют на клинические проявления и течение болезни, снижают эффективность терапии, ухудшают прогноз заболевания и сопровождаются высокой летальностью, значительно превышающей таковую при моноинфекциях [9]. Однако до настоящего времени системный учет сочетанных форм инфекционных заболеваний в рамках эпидемиологического надзора не проводится.

Вирус гепатита В имеет 9 различных географически распространенных генотипов и более 40 субгенотипов [10]. Географическое распределение генотипов тесно связано с эндемичными регионами и коренным населением, проживающим в них [11]. На территории Российской Федерации циркулируют 3 генотипа вируса гепатита В (А, С, D). Среди них доминирует генотип D, распространенность которого составляет 88 % [12]. Генотипы различаются между собой по прогрессированию заболевания, естественному течению и реакции на терапию [13, 14]. Инфекция, вызванная вирусом гепатита С, также распространена по всему миру, однако географическое распределение генотипов и подтипов ВГС неравномерное. Установлено 7 генотипов и более 100 субтипов вируса. В Российской Федерации выявлено 4 субтипа – 1а, 1b, 2 и 3а, из которых субтип 1b является преобладающим [15].

В настоящее время на систему эпидемиологического надзора не входит оценка показателей заболеваемости и смертности от гепатоцеллюлярной карциномы (ГЦК), хотя известно, что вирусные гепатиты В, С и D являются основными этиологическими причинами развития этого вида рака печени [16–18]. Маркеры гепатита В выявляют у 60–80 % больных первичным раком печени [19]. По данным некоторых авторов, генотипы С, D и F вируса гепатита С несут более высокий риск развития цирроза и ГЦК, чем генотипы А и В [20]. Гепатит D распространен среди пациентов с гепатоцеллюлярной карциномой в 26,75 % случаев [1], и, по данным некоторых авторов, присоединение этой инфекции повышает риски формирования ГЦК до 6 раз [21, 22].

Цель исследования: оценить результаты эпидемиологического надзора за хроническими вирусными гепатитами В, С, D и гепатоцеллюлярной карциномой для оптимизации системы надзора на региональном уровне.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости ХВГВ, ХВГС в 2010–2020 гг. и раком печени за период 2010–2019 гг. на территориях Северо-Западного и Центрального округов России. Для анализа использованы формы федерального статистического наблюдения^{5,6}, базы данных о хронических вирусных гепатитах В, С, D и ГЦК, отчеты медицинских организаций и Управлений Роспотребнадзора в субъектах.

Лабораторное подтверждение диагноза вирусных гепатитов В, С, D осуществлялось в соответствии с действующими нормативно-методическими документами, использованы методы ИФА, ПЦР

и тест-системы отечественных производителей, разрешенные к применению в установленном порядке.

Для изучения распространенности генотипов вируса гепатита С проведен анализ результатов молекулярно-генетических исследований (6020 человек), которые выполнялись на базе ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» Роспотребнадзора. Определение РНК ВГС проводили методом ПЦР с гибридационно-флуоресцентной детекцией в режиме реального времени с помощью коммерческого набора согласно инструкции производителя.

Анализ гендерных, возрастных особенностей и стадий опухолевого процесса у больных с диагнозом гепатоцеллюлярной карциномы основан на изучении 465 историй болезней пациентов в онкологическом диспансере Ленинградской области.

Статистическую обработку данных проводили с использованием продукта WinPeri (версия 11.65). При оценке статистической значимости различий сравниваемых показателей учитывали 95 % доверительный интервал (ДИ).

Исследование одобрено локальным этическим комитетом Санкт-Петербургского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии имени Пастера в 2015 г. Перед началом клинико-лабораторного обследования все участники были ознакомлены с целью, методикой исследования и подписали информированное согласие.

Результаты. Заболеваемость хроническими вирусными гепатитами В и С в Российской Федерации, включая территории Северо-Западного и Центрального федеральных округов, имеет тенденцию к снижению. В 2019 г. в России заболеваемость ХВГВ снизилась в 1,5 раза и составила 8,7 (95 % ДИ 8,6–8,9) на 100 тыс. населения по сравнению с 13,3 на 100 тыс. нас. (95 % ДИ 13,0–13,4) в 2010 г., различия статистически значимы, $p < 0,05$ (рис. 1).

На территориях Северо-Западного федерального округа (СЗФО) заболеваемость ХВГВ ниже, чем в среднем по РФ, за исключением Санкт-Петербурга, где показатели превышали уровень по стране в целом в течение 2010–2020 гг. Заболеваемость в Санкт-Петербурге в изученный период снизилась также в 1,5 раза, однако интенсивность эпидемического процесса еще высокая, в 2019 г. показатель составил 43,5 (95 % ДИ 41,6–45,1) на 100 тыс. населения. Из территорий СЗФО в Республике Коми с 2016 г. отмечается статистически значимый рост заболеваемости ХВГВ с 4,7 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 3,3–6,4) до 10,4 на 100 тыс. (95 % ДИ 8,4–12,9) в 2019 г. Заболеваемость в Москве и Московской области за анализируемый период не превышала показатели по РФ в целом. В 2020 г. в период эпидемии COVID-19 отмечается значительное снижение заболеваемости ХВГВ на всех территориях.

Заболеваемость ХВГС в 2019 и 2020 г. в Российской Федерации составляла 30,9 (95 % ДИ 30,6–31,2) и 16,7 (95 % ДИ 16,5–16,9) на 100 тыс. населения соответственно, что статистически значимо ниже, чем в 2010 г. – 40,2 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 39,6–40,3). Уровень заболеваемости в 2019 г. снизился в 1,3 раза, в 2020 г. – в 2,4 раза. На анализируемых территориях также отмечается снижение заболеваемости ХВГС

⁵ Форма федерального статистического наблюдения №2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях».

⁶ Форма федерального статистического наблюдения №7 «Сведения о злокачественных новообразованиях».

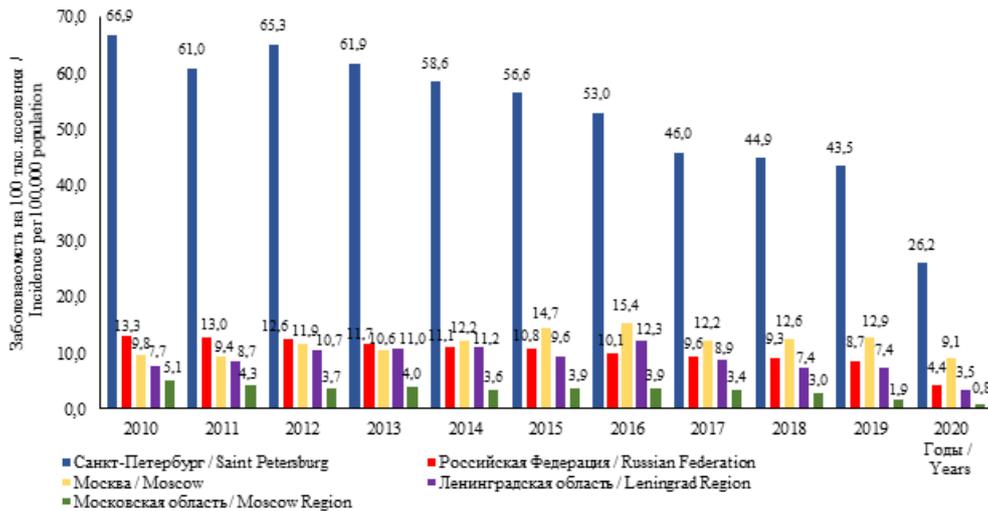


Рис. 1. Заболеваемость хроническим вирусным гепатитом В на территории Российской Федерации, Москве, Московской области, Санкт-Петербурге и Ленинградской области, 2010–2020 гг.
Fig. 1. The incidence of chronic viral hepatitis B in the Russian Federation, Moscow, Moscow Region, St. Petersburg and Leningrad Region, 2010–2020

к 2020 году, однако в Санкт-Петербурге и Москве показатели превышали среднероссийские уровни в течение всего изученного периода и в 2019 г. составили 80,8 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 78,0–82,8) и 53,0 на 100 тыс. (95 % ДИ 51,5–54,0) соответственно. В Ленинградской и Московской областях заболеваемость с 2010 по 2020 г. не превышала показатели по РФ в целом. В 2019 г. в Ленинградской области уровень заболеваемости составил 26,7 (95 % ДИ 24,2–28,9), в Московской области – 9,1 (95 % ДИ 8,4–9,7) на 100 тыс. населения (рис. 2). К 2020 году в Ленинградской области этиологическая структура хронических вирусных гепатитов не претерпела существенных изменений: доля ХВГС в 2010 г. составляла 73,7 % от всех впервые выявленных случаев заболевания, в 2020 году – 82 %. Несмотря на снижение количества ежегодно регистрируемых случаев заболевания хроническими вирусными гепатитами В и С, кумулятивное число пациентов с ХВГВ и ХВГС продолжает увеличиваться. На 31.12.2020

в Ленинградской области на диспансерном учете состояло 13 609 пациентов с ХВГС, показатель распространенности инфекции составил 752,65 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 740,1–765,4), 5 750 пациентов с ХВГВ, показатель распространенности – 318,00 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 309,8–326,3), 114 пациентов с хроническим вирусным гепатитом D (ХВГD), показатель распространенности – 6,30 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 5,2–7,6; $p < 0,05$). Удельный вес ХВГD среди пациентов с ХВГВ, состоящих на диспансерном наблюдении, в 2020 году составил 2 %. Основная доля пациентов, состоящих на диспансерном учете, имеет хроническую форму вирусного гепатита С – 69,2 %. Оценка распространенности хронических вирусных гепатитов В, С и D за пятилетний период в Ленинградской области показала, что распространенность ХВГС превышала уровни распространенности ХВГВ более чем в два раза в течение всего изученного периода (рис. 3).

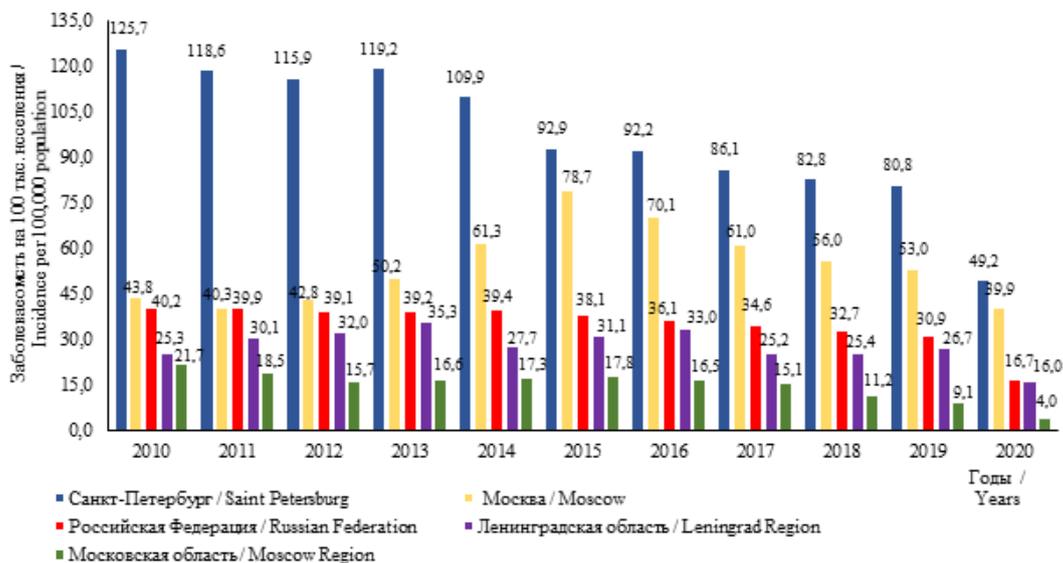


Рис. 2. Заболеваемость хроническим вирусным гепатитом С на территории Российской Федерации, Москве, Московской области, Санкт-Петербурге и Ленинградской области, 2010–2020 гг.
Fig. 2. The incidence of chronic viral hepatitis C in the Russian Federation, Moscow, Moscow Region, St. Petersburg and Leningrad Region, 2010–2020

Для эпидемиологического надзора и эффективной работы в очагах инфекционных заболеваний важное значение имеет определение генетических особенностей возбудителей, которые позволяют установить наличие эпидемиологической связи между случаями заболевания, территориальное распространение генотипов, источники инфекции, местные и импортированные случаи. Проведена оценка распространенности генотипов ВГС в Ленинградской области на основе результатов обследования 6020 пациентов с вирусным гепатитом С, состоящих на диспансерном учете в ГКУЗ ЛО «Центр СПИД». Анализ имеющейся информации показал, что генотип 1 был выявлен в 48,9 % случаев, генотип 3 – в 43,9 % случаев, генотип 2 определен в 6,5 % случаев, в 0,7 % случаев выявлены другие генотипы (рис. 4).

Среди субтипов 1-го генотипа вируса гепатита С на территории Ленинградской области преобладает

субтип b, на его долю приходится 82,9 %, среди субтипов генотипа 3 наиболее часто встречался субтип a, на долю которого приходится 84 %.

На фоне высоких показателей заболеваемости хроническими вирусными гепатитами В и С можно ожидать высокую заболеваемость ГЦК. В отчете онкологической статистики объединены все злокачественные новообразования печени и внутрипеченочных желчных протоков (код МКБ-10 C22). Анализ этих данных за период 2010–2019 гг. показал наличие тенденции к росту заболеваемости в Российской Федерации и на отдельных ее территориях (рис. 5). В РФ и Московской области заболеваемость в 2019 г. выше, чем в 2010 г., в 1,4 раза (РФ: 2010 г. – 4,55 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 4,4–4,6), 2019 г. – 6,35 на 100 тыс. (95 % ДИ 6,2–6,5); Московская область: 2010 г. – 2,67 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 2,2–2,9), 2019 г. – 3,64 на 100 тыс. (95 %

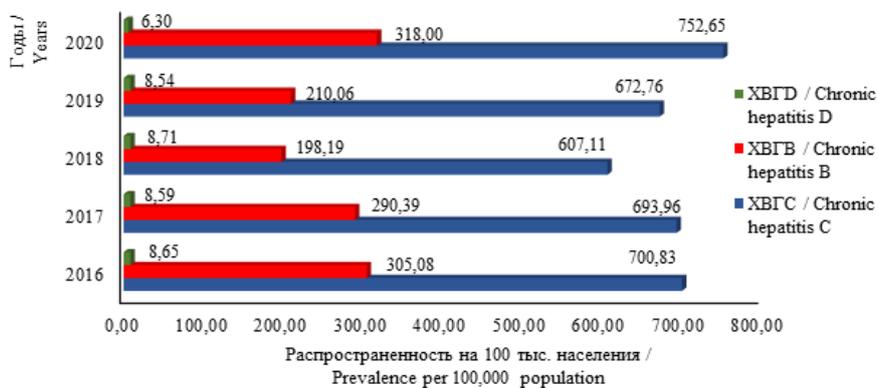


Рис. 3. Распространенность ХВГВ, ХВГD, ХВГС в Ленинградской области, 2016–2020 гг. (на 100 тыс. населения)
Fig. 3. The prevalence of chronic viral hepatitis B, C, and D in the Leningrad Region, 2016–2020 (per 100,000 population)

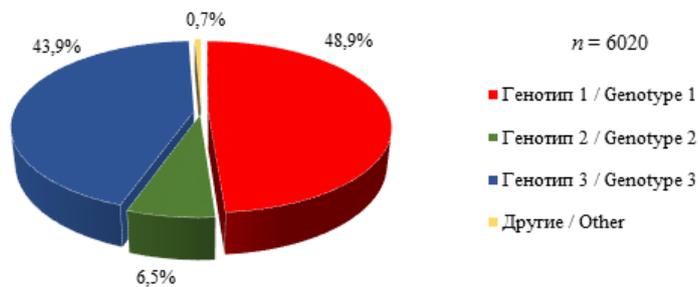


Рис. 4. Распределение генотипов вируса гепатита С в Ленинградской области, 2010–2020 гг.
Fig. 4. Distribution of hepatitis C virus genotypes in the Leningrad Region, 2010–2020

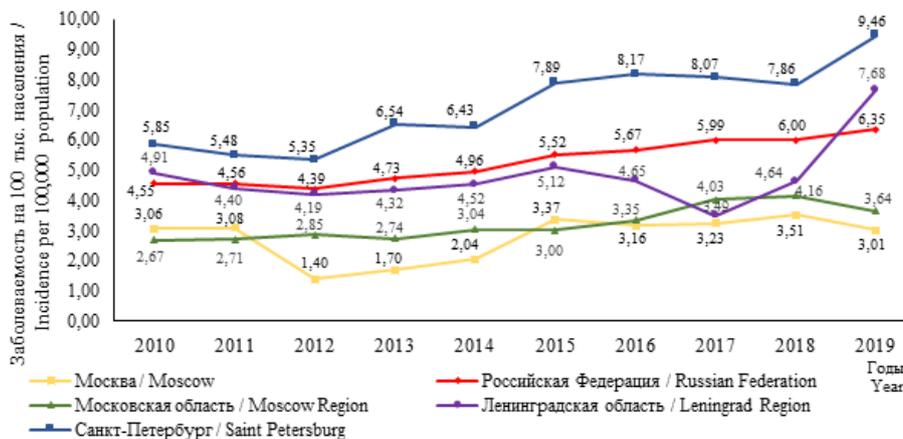


Рис. 5. Заболеваемость злокачественными новообразованиями печени (МКБ-10 С 22) в Российской Федерации, Москве, Московской области, Санкт-Петербурге и Ленинградской области, 2010–2020 гг.
Fig. 5. The incidence of malignant neoplasms of liver (ICD-10 code C22) in the Russian Federation, Moscow, Moscow Region, St. Petersburg and Leningrad Region, 2010–2020

ДИ 3,2–4,1)). Заболеваемость в Ленинградской области и Санкт-Петербурге в 2019 году выше в 1,6 раза по сравнению с 2010 г. (Ленинградская область: 2010 г. – 4,91 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 3,7–5,8), 2019 г. – 7,68 на 100 тыс. (95 % ДИ 6,5–9,1); Санкт-Петербург: 2010 г. – 5,85 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 4,9–6,2), 2019 г. – 9,46 на 100 тыс. (95 % ДИ 8,7–10,3)). Показатели заболеваемости в Санкт-Петербурге превышали среднероссийские уровни во все годы анализируемого периода. Заболеваемость в Москве ниже показателей по РФ в целом (2010 г. – 3,06 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 2,5–3,1), 2019 г. – 3,01 на 100 тыс. (95 % ДИ 2,7–3,3)), на территории данного субъекта не отмечено роста заболеваемости раком печени.

Анализ данных о заболеваемости и смертности от рака печени на территориях Северо-Запада России показал, что в 2019 г. самая высокая заболеваемость наблюдалась в Псковской, Новгородской областях и Санкт-Петербурге – 10,51 (95 % ДИ 8,1–13,3), 9,69 (95 % ДИ 7,3–12,5) и 9,46 (95 % ДИ 8,7–10,3) на 100 тысяч населения соответственно. Самая низкая – в Ненецком автономном округе: 2,27 на 100 тыс. населения (95 % ДИ 0,1–12,7 на 100 тыс. населения). Показатели смертности в целом по России (7,11 на 100 тыс. населения

(95 % ДИ 7,0–7,2)), Московской области (5,66 на 100 тыс. (95 % ДИ 5,2–6,3)) и Москве (6,02 на 100 тыс. (95 % ДИ 5,6–6,5)) статистически значительно превышают показатели заболеваемости в указанных территориях (рис. 6).

При анализе 465 историй болезни пациентов с диагнозом ГЦК в Ленинградской области установлено, что в гендерной структуре преобладают мужчины, на долю которых приходится 56,3 % (95 % ДИ 51,7–60,9) случаев заболевания, удельный вес женщин составил 43,7 % (95 % ДИ 39,1–48,3), различия статистически значимы ($p < 0,05$).

В возрастной структуре доля случаев заболевания ГЦК в репродуктивном возрасте (до 49 лет) составила 4,5 % (95 % ДИ 2,82–6,82), достигая в отдельные годы 8 %, наибольший удельный вес приходился на возрастную группу 50–69 лет – 57,7 % (95 % ДИ 53,00–62,17), в возрасте старше 70 лет было 37,8 % больных (95 % ДИ 33,42–42,43).

Анализ 342 историй болезни пациентов с первичным раком печени и установленной стадией распространенности опухолевого процесса показал, что в Ленинградской области в 72,3 % случаев заболевание выявлено в четвертой стадии, в 14,1 % случаев – в третьей стадии, на вторую и первую приходится 8,4 и 5,2 % соответственно (рис. 7).

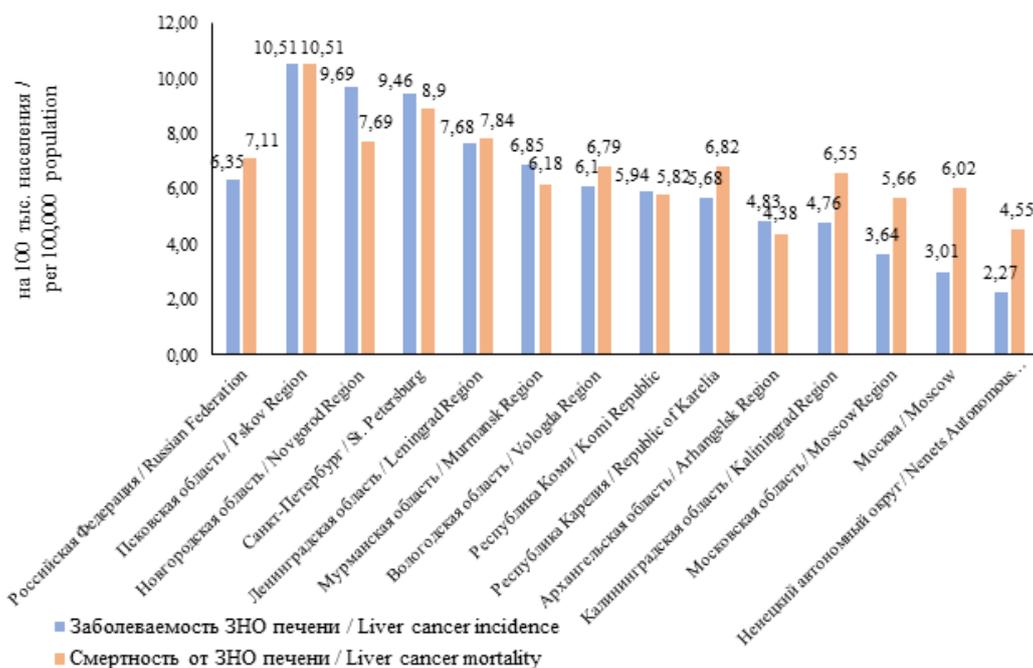


Рис. 6. Распределение территорий Российской Федерации, Северо-Западного федерального округа по уровням заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований печени, 2019 год
Fig. 6. Distribution of the territories of the Russian Federation and the Northwestern Federal District by liver cancer incidence and mortality, 2019

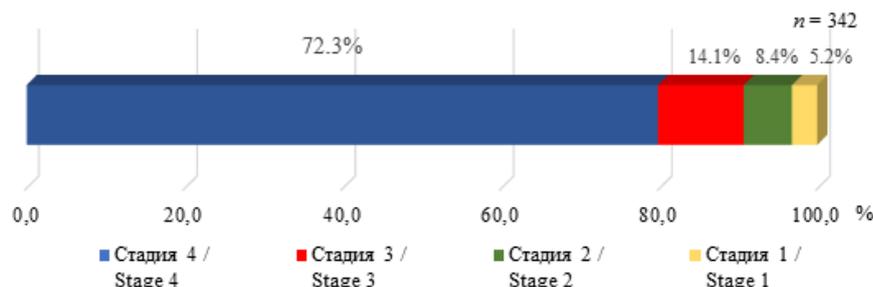


Рис. 7. Распределение больных с гепатоцеллюлярной карциномой с установленной стадией распространенности опухолевого процесса в Ленинградской области (%)
Fig. 7. Distribution of hepatocellular carcinoma cases by the established stage of tumor development in the Leningrad Region, %

Обсуждение. Система эпидемиологического надзора за вирусными гепатитами В и С в Российской Федерации функционирует более 20 лет, за эти годы удалось добиться существенного снижения заболеваемости острыми формами инфекции. На территориях Северо-Западного федерального округа с 2013 г. реализуется первая программа элиминации острого вирусного гепатита В, которую можно рассматривать как первый этап элиминации хронической инфекции⁷. Ситуация по вирусному гепатиту D менее изучена, поскольку отсутствует государственная регистрация этой нозологической формы, не все больные с ХВГВ обследуются на наличие гепатита D. В последние годы наметились позитивные сдвиги в отношении лабораторного подтверждения диагноза и возможностей терапии этой инфекции, что будет способствовать развитию эпидемиологического надзора и профилактики заболевания. Результаты исследования показали, что заболеваемость хроническими вирусными гепатитами В и С имеет устойчивую тенденцию к снижению в большинстве регионов России, что свидетельствует об эффективности системы надзора, лечебно-диагностических и профилактических мероприятий в целом. Однако в ряде территорий еще сохраняется высокая интенсивность эпидемического процесса. В отчетных формах онкологических учреждений не выделена гепатоцеллюлярная карцинома (код МКБ-10 C22.1), что не позволяет оценить реальные масштабы проблемы, ее социальное, медицинское и экономическое значение для конкретного региона. Это становится возможным при наличии популяционного ракового регистра. В этиологической структуре хронических вирусных гепатитов в РФ преобладает гепатит С, что, несомненно, связано с успехами вакцинопрофилактики гепатита В.

Заключение. Для достижения цели элиминации вирусных гепатитов к 2030 году необходима систематическая оценка ситуации, совершенствование эпидемиологического надзора и профилактики этих инфекций. Тенденция к снижению заболеваемости хроническими гепатитами В и С в большинстве регионов России свидетельствует об эффективности существующей системы эпидемиологического надзора и профилактики инфекции. Основными задачами на ближайшую перспективу являются дальнейшее снижение заболеваемости хроническими формами вирусных гепатитов, обследование всех больных хроническим гепатитом В на гепатит D, использование результатов молекулярно-генетических исследований и данных раковых регистров для целей эпидемиологического надзора.

Список литературы

- Miao Z, Zhang S, Ou X, et al. Estimating the global prevalence, disease progression, and clinical outcome of hepatitis delta virus infection. *J Infect Dis*. 2020;221(10):1677–1687. doi: 10.1093/infdis/jiz633
- Михайлов М.И., Юшук Н.Д., Малинникова Е.Ю. и др. Проект программы по контролю и ликвидации вирусных гепатитов как проблемы общественного здоровья в Российской Федерации // *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. 2018. Т. 7. № 2(25). С. 52–58. doi: 10.24411/2305-3496-2018-12005
- Vlachogiannakos J, Papatheodoridis GV. New epidemiology of hepatitis delta. *Liver Int*. 2020;40(S1):48–53. doi: 10.1111/liv.14357
- Исаева О.В., Ильченко Л.Ю., Кожанова Т.В. и др. Влияние вакцинации против гепатита В на распространенность гепатита дельта в эндемичном регионе // *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. 2019. Т. 8. № 2. С. 36–42. doi: 10.24411/2305-3496-2019-12004
- Klushkina VV, Kyuregyan KK, Kozhanova TV, et al. Impact of universal hepatitis B vaccination on prevalence, infection-associated morbidity and mortality, and circulation of immune escape variants in Russia. *PLoS One*. 2016;11(6):e0157161. doi: 10.1371/journal.pone.0157161
- Кюрегян К.К., Соболева Н.В., Карлсен А.А. и др. Динамические изменения распространенности вируса гепатита С среди населения Республики Саха (Якутия) за последние 10 лет // *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. 2019. Т. 8. № 2. С. 16–26. doi: 10.24411/2305-3496-2019-12002
- Дземова А.А., Ганченко Р.А., Трифонова Г.Ф., Эсауленко Е.В. Хронический гепатит С в Российской Федерации после начала программы элиминации HCV-инфекции // *Гепатология и гастроэнтерология*. 2020. Т. 4. № 2. С. 165–170. doi: 10.25298/2616-5546-2020-4-165-170
- Слепцова С.С., Ефимов А.Е., Кричко Г.А., Михайлов М.И. Медико-социальный мониторинг населения по парентеральным вирусным гепатитам как основа для создания организационной модели профилактики и лечения вирусных гепатитов и первичного рака печени в Якутии // *Вестник северо-восточного федерального университета имени М.К. Аммосова серия «Медицинские науки»*. 2018. № 3(12). С. 66–71. doi: 10.25587/SVFU.2018.3(13).18857
- Нечаев В.В., Иванов А.К., Сакра А.А., Романова Е.С., Лялина Л.В., Пожидаева Л.Н. Хронические вирусные гепатиты, туберкулез и ВИЧ-инфекция как сочетанные заболевания: от теории к практике // *Журнал Инфектологии*. 2017. Т. 9. № 4. С. 126–132.
- Wose Kinge CN, Bhoola NH, Kramvis A. In vitro systems for studying different genotypes/sub-genotypes of hepatitis B virus: strengths and limitations. *Viruses*. 2020;12(3):353. doi: 10.3390/v12030353
- Семенов А.В., Останкова Ю.В., Герасимова В.В. и др. К вопросу о молекулярной эпидемиологии гепатита В в Республике Саха (Якутия) // *Журнал инфектологии*. 2016. Т. 8. № 1. С. 57–65.
- Герасимова В.В., Левакова И.А., Бичурина М.А., Максимова Н.Р. Молекулярно-эпидемиологические особенности вирусного гепатита В // *Инфекция и иммунитет*. 2015. Т. 5. № 4. С. 297–302. doi: 10.15789/2220-7619-2015-4-297-302
- Revill PA, Tu T, Netter HJ, Yuen LKW, Locarnini SA, Littlejohn M. The evolution and clinical impact of hepatitis B virus genome diversity. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2020;17(10):618–634. doi: 10.1038/s41575-020-0296-6
- Безуглова Л.В., Мануйлов В.А., Осипова Л.П. и др. Результаты испытаний реагентов для иммуноферментного определения субтипа HBsAg и генотипа вируса гепатита В в образцах плазмы крови человека // *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология*. 2020. Т. 38. № 4. С. 188–195. doi: 10.17116/molgen202038041188
- Семенова В.К., Слепцова С.С., Малов С.И. и др. HCV-инфекция в Республике Саха (Якутия) и роль ее генотипов в клинических исходах болезни // *Acta biomedica scientifica*. 2020. Т. 5. № 4. С. 45–50. doi: 10.29413/ABS.2020-5.4.6
- Kulik L, El-Serag HB. Epidemiology and management of hepatocellular carcinoma. *Gastroenterology*. 2019; 156(2):477–491. doi: 10.1053/j.gastro.2018.08.065
- Li W, Deng R, Liu S, Wang K, Sun J. Hepatitis B virus-related hepatocellular carcinoma in the era

⁷ Жебрун А.Б., Мукомолов С.Л., Лялина Л.В., Тотолян А.А. Программа элиминации острого вирусного гепатита В на территории Северо-Западного федерального округа Российской Федерации. СПб.: ФБУН НИИЭМ имени Пастера, 2016. 20 с.

- of antiviral therapy: The emerging role of non-viral risk factors. *Liver Int.* 2020;40(10):2316–2325. doi: 10.1111/liv.14607
18. D'souza S, Lau KC, Coffin CS, Patel TR. Molecular mechanisms of viral hepatitis induced hepatocellular carcinoma. *World J Gastroenterol.* 2020;26(38):5759–5783. doi: 10.3748/wjg.v26.i38.5759
 19. Полянина А.В., Быстрова Т.Н. Молекулярно-эпидемиологическая характеристика вируса гепатита В в условиях массовой вакцинопрофилактики // Журнал МедиАль. 2019. № 2 (24). С. 10–39. doi:10.21145/2225-0026-2019-2-10-39
 20. Lin CL, Kao JH. Natural history of acute and chronic hepatitis B: The role of HBV genotypes and mutants. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2017;31(3):249–255. doi: 10.1016/j.bpg.2017.04.010
 21. Da BL, Heller T, Koh C. Hepatitis D infection: from initial discovery to current investigational therapies. *Gastroenterol Rep (Oxf).* 2019;7(4):231–245. doi: 10.1093/gastro/goz023
 22. Alfaiate D, Dény P, Durantel D. Hepatitis delta virus: From biological and medical aspects to current and investigational therapeutic options. *Antiviral Res.* 2015;122:112–129. doi: 10.1016/j.antiviral.2015.08.009

References

1. Miao Z, Zhang S, Ou X, *et al.* Estimating the global prevalence, disease progression, and clinical outcome of hepatitis delta virus infection. *J Infect Dis.* 2020;221(10):1677–1687. doi: 10.1093/infdis/jiz633
2. Mikhaylov MI, Yushchuk ND, Malinnikova EYu, *et al.* The design of the program for control and elimination of viral hepatitis as public health problem in the Russian Federation. *Infektsionnye Bolezni: Novosti, Mneniya, Obuchenie.* 2018;7(2(25)):52–58. (In Russ.) doi: 10.24411/2305-3496-2018-12005
3. Vlachogiannakos J, Papatheodoridis GV. New epidemiology of hepatitis delta. *Liver Int.* 2020;40(S1):48–53. doi: 10.1111/liv.14357
4. Isaeva OV, Ilchenko LYu, Kozhanova TV, *et al.* The impact of universal vaccination against hepatitis B on the prevalence of hepatitis D in endemic region. *Infektsionnye Bolezni: Novosti, Mneniya, Obuchenie.* 2019;8(2):36–42. (In Russ.) doi: 10.24411/2305-3496-2019-12004
5. Klushkina VV, Kyuregyan KK, Kozhanova TV, *et al.* Impact of universal hepatitis B vaccination on prevalence, infection-associated morbidity and mortality, and circulation of immune escape variants in Russia. *PLoS One.* 2016;11(6):e0157161. doi: 10.1371/journal.pone.0157161
6. Kyuregyan KK, Soboleva NV, Karlsen AA, *et al.* Dynamic changes in the prevalence of hepatitis C virus in the general population in the Republic of Sakha (Yakutia) over the last 10 years. *Infektsionnye Bolezni: Novosti, Mneniya, Obuchenie.* 2019;8(2):16–26. (In Russ.) doi: 10.24411/2305-3496-2019-12002
7. Dzemova AA, Ganchenko RA, Trifonova GF, Esaulenko EV. Chronic hepatitis C in the Russian Federation after starting the HCV elimination program. *Gepatologiya i Gastroenterologiya.* 2020;4(2):165–170. (In Russ.) doi: 10.25298/2616-5546-2020-4-2-165-170
8. Sleptsova SS, Efimov AE, Krichko GA, Mikhailov MI. Medical and social monitoring of population for parenteral viral hepatitis – basics for prevention and treatment of liver cirrhosis and primary liver cancer organization model in Yakutia. *Vestnik Severo-Vostochnogo Federal'nogo Universiteta Imeni M.K. Ammosova. Series: Medical Sciences.* 2018;(3(12)):66–71. (In Russ.) doi: 10.25587/SVFU.2018.3(12).18857
9. Nechaev VV, Ivanov AK, Sacra AA, Romanova ES, Lyalina LV, Pozhidaeva LN. Chronic viral hepatitis, tuberculosis, and HIV as comorbidity: from theory to practice. *Zhurnal Infektologii.* 2017;9(4):126–132. (In Russ.) doi: 10.22625/2072-6732-2017-9-4-126-132
10. Wose Kinge CN, Bhoola NH, Kramvis A. In vitro systems for studying different genotypes/sub-genotypes of hepatitis B virus: strengths and limitations. *Viruses.* 2020;12(3):353. doi: 10.3390/v12030353
11. Semenov AV, Ostanokova YuV, Gerasimova VV, *et al.* For the question about molecular epidemiology of hepatitis B virus infection in the Republic Sakha (Yakutia). *Zhurnal Infektologii.* 2016;8(1):57–65. (In Russ.)
12. Gerasimova VV, Levakova IA, Bichurina MA, Maksimova NR. Molecular-epidemiological features of hepatitis B virus. *Infektsiya i Immunitet.* 2015;5(4):297–302. (In Russ.) doi: 10.15789/2220-7619-2015-4-297-302
13. Revill PA, Tu T, Netter HJ, Yuen LKW, Locarnini SA, Littlejohn M. The evolution and clinical impact of hepatitis B virus genome diversity. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2020;17(10):618–634. doi: 10.1038/s41575-020-0296-6
14. Bezuglova LV, Manuilov VA, Osipova LP, *et al.* The results of testing the laboratory version of the testkit for determination of HBsAg subtypes and hepatitis B virus genotypes in human blood plasma samples using ELISA. *Molekulyarnaya Genetika, Mikrobiologiya i Virusologiya.* 2020;38(4):188–195. (In Russ.) doi: 10.17116/molgen202038041188
15. Semanova VK, Sleptsova SS, Malov SI, *et al.* HCV infection in the Republic of Sakha (Yakutia) and its role of genotypes in clinical outcomes of the disease. *Acta Biomedica Scientifica.* 2020;5(4):45–50. (In Russ.) doi: 10.29413/ABS.2020-5.4.6
16. Kulik L, El-Serag HB. Epidemiology and management of hepatocellular carcinoma. *Gastroenterology.* 2019;156(2):477–491. doi: 10.1053/j.gastro.2018.08.065
17. Li W, Deng R, Liu S, Wang K, Sun J. Hepatitis B virus-related hepatocellular carcinoma in the era of antiviral therapy: The emerging role of non-viral risk factors. *Liver Int.* 2020;40(10):2316–2325. doi: 10.1111/liv.14607
18. D'souza S, Lau KC, Coffin CS, Patel TR. Molecular mechanisms of viral hepatitis induced hepatocellular carcinoma. *World J Gastroenterol.* 2020;26(38):5759–5783. doi: 10.3748/wjg.v26.i38.5759
19. Polyanina AV, Bystrova TN. Molecular and epidemiological characteristics of hepatitis B virus in conditions of mass vaccine prophylaxis. *Zhurnal MediAl.* 2019;(2(24)):10–39. (In Russ.) doi: 10.21145/2225-0026-2019-2-10-39
20. Lin CL, Kao JH. Natural history of acute and chronic hepatitis B: The role of HBV genotypes and mutants. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2017;31(3):249–255. doi: 10.1016/j.bpg.2017.04.010
21. Da BL, Heller T, Koh C. Hepatitis D infection: from initial discovery to current investigational therapies. *Gastroenterol Rep (Oxf).* 2019;7(4):231–245. doi: 10.1093/gastro/goz023
22. Alfaiate D, Dény P, Durantel D. Hepatitis delta virus: From biological and medical aspects to current and investigational therapeutic options. *Antiviral Res.* 2015;122:112–129. doi: 10.1016/j.antiviral.2015.08.009



ВЛАДИСЛАВ РЕМИРОВИЧ КУЧМА (к 70-летию со дня рождения)

3 августа 2021 года исполняется 70 лет со дня рождения члена-корреспондента РАН, профессора, доктора медицинских наук Владислава Ремировича Кучмы – признанного лидера в области гигиены детей и подростков

Владислав Ремирович Кучма в 1975 году с отличием окончил санитарно-гигиенический факультет Первого ММИ им. И.М. Сеченова. Целеустремленность, интерес к науке, прекрасные организаторские способности позволили молодому ученому быстро пройти путь от аспиранта до доктора медицинских наук, профессора, а затем и заведующего кафедрой. С этого времени профессиональные интересы Владислава Ремировича связаны с очень важным и ответственным направлением профилактической медицины – гигиеной детей и подростков.

В 1998 году В.Р. Кучма был назначен на должность директора НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Научного центра здоровья детей Минздрава России. За 22 года работы на этом посту Владислав Ремирович стал признанным научным лидером в области гигиены детства не только среди российских, но и зарубежных исследователей, специалистов смежных научных направлений. Ему удалось создать работоспособную и продуктивную команду сотрудников, консолидировать усилия исследователей, работающих не только в научных институтах, университетах, но и в практическом здравоохранении. В.Р. Кучма – создатель и бессменный президент Всероссийского общества развития школьной и университетской медицины и здоровья (РОШУМЗ) – члена Европейского союза школьной медицины, а также главный редактор журнала «Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья», ставшего авторитетным и популярным среди широкого круга специалистов по детству.

Под руководством Владислава Ремировича разработаны современные научные основы социально-гигиенического мониторинга, организации медицинской помощи детям в образовательных учреждениях, здорового образа жизни, санитарно-эпидемиологического благополучия детей и подростков, безопасности для здоровья детей цифровой образовательной среды и др. При его непосредственном участии существенно обновлена нормативно-методическая база федерального уровня по охране



здоровья детей в образовательных и оздоровительных учреждениях.

Многие годы Владислав Ремирович успешно совмещал свои многочисленные профессиональные обязанности с работой главного специалиста по гигиене детей и подростков Минздрава России, национального координатора Европейской сети школ укрепления здоровья (SHE), члена Экспертного совета при Уполномоченном при Президенте Российской Федерации по правам ребенка.

Кучма В.Р. является автором и соавтором свыше 700 научных трудов, в том числе монографий, книг, учебников, руководств для врачей и студентов. Его учениками являются 16 докторов и 29 кандидатов медицинских наук. Преданность юбиляра своему

делу, целеустремленность, профессионализм, большой вклад в развитие научного направления гигиены детства были отмечены целым рядом правительственных и ведомственных наград и грамот.

Одна из важных заслуг Владислава Ремировича – его вклад в возрождение памяти большого гуманиста и филантропа, знаменитого доктора Ф.П. Гааза. За эту подвижническую работу в 2016 году В.Р. Кучма был награжден медалью Федора Гааза.

В настоящее время В.Р. Кучма успешно и плодотворно совмещает научное руководство Институтом комплексных проблем гигиены ФБУН «ФНЦ гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора и заведование кафедрой гигиены детей и подростков ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России.

Коллективы ФБУН «ФНЦ гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России, редакционная коллегия журнала «Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО», медицинская общественность и благодарные ученики искренне поздравляют Владислава Ремировича Кучму с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и научного вдохновения на благо подрастающего поколения нашей страны!

Людмила Григорьевна Подунова – заслуженный деятель отечественной профилактической медицины и гигиенической науки (к 85-летию юбилею)

Подунова Людмила Григорьевна родилась 28 августа 1936 года в деревне Гора Холмского района Новгородской области в крестьянской семье. Во время Великой Отечественной войны ее отец ушел на фронт, а шестилетняя Людмила с младшей сестрой, мамой и бабушкой карательными немецкими отрядами были угнаны в Прибалтику на принудительные работы у латышских фермеров и чудом не оказались в Германии (в 1995 году Правительством России Л.Г. Подуновой присвоен статус «несовершеннолетнего узника концлагерей, гетто, других мест принудительного содержания, созданных фашистами и их союзниками в период Второй мировой войны»).

Вернувшись на Родину по окончании войны, училась в семилетней школе в деревне Дунаево Тверской области (1945–1952 гг.). Получив аттестат с отличием, поступила в Невельское фельдшерско-акушерское училище Псковской области (1952–1955 гг.) на фельдшерское отделение. С отличием окончив Невельское ФАУ, поступила в Ленинградский санитарно-гигиенический медицинский институт (1955–1961 гг.), где наряду с учебными занятиями участвовала в общественной работе: в летние каникулы работала на мелиорации Карельского перешейка, в Казахстане – на освоении целинных земель (в 1958 г. награждена значком ЦК ВЛКСМ «За освоение новых земель»).

После окончания института была распределена в Смоленскую область. Работала вначале заведующей санэпидотделом районной больницы г. Починок, затем, в связи с его реорганизацией, – главным врачом Починковской санэпидстанции (1961–1966 гг.); в 1966–1967 гг. – главным врачом Починковского района и центральной районной больницы. Руководила созданием материальной базы санэпидстанции и больницы, формированием лабораторий, проведением санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий. Курировала вопросы донорства, являясь заместителем председателя регионального отделения Российского Красного Креста. Принимала активное участие в создании санитарных дружин и обучении санитарных инспекторов. Была депутатом городского и районного Советов.

С 1968 года Л.Г. Подунова работала в Смоленской областной санэпидстанции на должности заместителя главного врача, была избрана депутатом районного Совета г. Смоленска.

В связи с переездом в г. Москву с 1969 года Людмила Григорьевна – заведующая санитарно-гигиеническим отделом Красногвардейской районной санитарно-эпидемиологической станции (СЭС) г. Москвы, с 1970 г. – заместитель глав-



ного врача Республиканской СЭС Минздрава РСФСР, с 1973 по 1996 год – главный врач Республиканской СЭС Минздрава РСФСР – заместитель Главного государственного санитарного врача РСФСР. При непосредственном руководстве и участии Людмилы Григорьевны разработан индивидуальный проект комплекса зданий Республиканской СЭС Минздрава РСФСР, осуществлено его строительство, что дало возможность расширить лабораторный блок и развернуть на этой базе лаборатории по выполнению гигиенических и микробиологических исследований в целях осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

С 1991 г. Л.Г. Подунова – первый заместитель председателя Государственного комитета санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации, заместитель Главного государственного санитарного врача РСФСР – главный врач Российского республиканского информационно-аналитического центра. В этот период был проведен анализ состояния санитарного законодательства и на его основе разработана и утверждена концепция и программа развития, одобренная Правительством России. Верховным Советом РСФСР 19 апреля 1991 года был принят один из первых законов социальной направленности – «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», в создании которого принимала непосредственное участие Людмила Григорьевна. При этом впервые в отечественной истории на законодательном уровне было введено регулирование общественных отношений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения как необходимое условие реализации прав и интересов граждан и общества в сохранении и укреплении здоровья, физического и духовного развития и долголетней активной жизни людей.

В 1996 г. Госкомитет санэпиднадзора был реорганизован и вновь присоединен к Минздраву России, а Республиканский информационно-аналитический центр переименован в Федеральный центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора Минздрава России, где Людмила Григорьевна в последующие годы работала в должности первого заместителя главного врача – заместителя Главного государственного санитарного врача Российской Федерации.

Изменение статуса учреждения потребовало решения новых задач, круг которых значительно расширился:

– внедрение информационных технологий в деятельность санэпидслужбы – автоматизированных систем по сбору, обработке и анализу

статистических данных по инфекционной, паразитарной, профессиональной заболеваемости, загрязнению окружающей среды, ведению социально-гигиенического мониторинга;

– создание и издание бюллетеня «Здоровье население и среда обитания» (ЗНиСО) (в 1993–1996 гг. Л.Г. Подунова – заместитель главного редактора журнала); создание профессиональной библиотеки и постоянное ее пополнение и т. д.;

– совершенствование лабораторного обеспечения учреждений госсанэпидслужбы: работа Лабораторного совета (Л.Г. Подунова – заместитель председателя, заведующие лабораторными подразделениями – секретари секций), проведение пленумов Лабораторного совета (7 выездных заседаний), апробация приборов и методов исследований с последующим внедрением в деятельность санэпидучреждений; издание нормативно-методических документов, пособий по новым методам исследований и многое другое.

Л.Г. Подунова активно занимается научной и педагогической деятельностью. Ее первая печатная работа под названием «Характер, причины и профилактика травматизма среди работников сельскохозяйственного производства при выполнении ремонтно-технических работ» была опубликована в журнале «Советская медицина» в 1967 году. Сейчас Людмила Григорьевна – автор уже более 400 научных работ по вопросам гигиены, эпидемиологии, организации здравоохранения.

В 1994 году она защитила кандидатскую диссертацию, а в 2000 – докторскую. В 2002 году Людмиле Григорьевне присвоено научное звание профессора. Под ее научным руководством была осуществлена защита свыше десяти кандидатских и докторских диссертаций. Многие руководители санэпидслужбы и деятели медицинской науки считают Людмилу Григорьевну своим учителем.

Л.Г. Подунова стояла у истоков становления кафедры социальной гигиены и организации госсанэпидслужбы с курсом основ лабораторного дела медико-профилактического факультета послевузовского профессионального образования Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова. В последующем Людмила Григорьевна – профессор кафедры организации санитарно-эпидемиологической службы Российской академии непрерывного профессионального образования Минздрава России.

Широта научного кругозора, глубокая и всесторонняя эрудиция позволяют Людмиле Григорьевне эффективно участвовать в решении наиболее актуальных вопросов как фундаментальной науки, так и практического здравоохранения. Ею разработаны концептуальные подходы по совершенствованию системы организации лабораторной деятельности в лабораторных подразделениях учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы России на основе разработанной и законодательно признанной системы аккредитации как специальной процедуры, определяющей единую политику и методологию проведения испытаний для гигиенической оценки безвредности и без-

опасности для здоровья населения производств, продукции, окружающей и биологической среды.

В настоящее время Людмила Григорьевна продолжает работу в ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» в должности врача по общей гигиене, уделяя большое внимание изучению и внедрению в жизнь передовых форм работы, научной организации труда, популяризации у молодежи такого направления медицины, как медико-профилактическое дело. Неоценим вклад Людмилы Григорьевны в создание библиотечно-музейного фонда Роспотребнадзора по истории развития санэпидслужбы, в т. ч. виртуальных музеев.

На первом месте у Людмилы Григорьевны всегда были люди – с их знаниями, опытом, проблемами. Она продолжает активную живую работу с сотрудниками научных учреждений, организаций здравоохранения и, конечно же, с ветеранами госсанэпидслужбы. Она помнит каждого – как работал, чем живет сегодня – и всегда поддержит теплыми словами в трудную минуту.

За заслуги перед государством и многолетний добросовестный труд Указом Президента России Людмила Григорьевна награждена орденами «Знак Почета» (1981), Дружбы (1996), юбилейной медалью «70 лет победы Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», медалями «Ветеран труда» (1990), «За заслуги перед отечественным здравоохранением» (2003), «95 лет Госсанэпидслужбе России» (2017), а также ведомственными наградами Минздрава СССР, РСФСР, Госкомитета санэпиднадзора, Роспотребнадзора. Она получила почетные звания «Заслуженный врач РСФСР», «Ветеран труда», а также награждена значками «Отличник социалистического соревнования РСФСР» (1965), «Отличник санитарной обороны СССР» (1967); нагрудными знаками «Почетный работник госсанэпидслужбы России» (1995), «Почетный работник Роспотребнадзора» (2016). Награждена медалью имени академика Шицковой «За вклад в развитие гигиенической науки» (2019). Решением Совета Российского Союза бывших несовершеннолетних узников фашистских лагерей награждена памятной медалью «Непокорённые» (2011).

Людмила Григорьевна Подунова является патриотом страны, примером беззаветного служения России в деле охраны здоровья нации. Свой юбилей Людмила Григорьевна встречает со свойственными ей энергичностью, огромным трудолюбием, оптимизмом, любовью и преданностью профессии, науке, соратникам по труду и общему делу.

Коллеги и сослуживцы, научная и медицинская общественность, коллективы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора, ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора поздравляют Людмилу Григорьевну с юбилеем и желают ей крепкого здоровья, долгих лет активной жизни и дальнейших успехов в ее плодотворной научной и общественной деятельности.

К 100-летию со дня рождения Аллы Никандровны Ощепковой (1921–1994)

Сегодня санитарно-эпидемиологическая служба проводит работу и развивается в тех направлениях, которые были заложены еще в прошлом столетии. И в поисках ответов на основополагающие вопросы мы нередко обращаемся к истокам, опыту, описанному в трудах основателей службы и гигиенической науки.

Знаковой фигурой в становлении госсанэпидслужбы Свердловской области была первый главный государственный санитарный врач Свердловской области Алла Никандровна Ощепкова, столетие которой мы отмечаем в 2021 году.

Алла Никандровна Ощепкова родилась 13 августа 1921 года в г. Тюмени в семье рабочих. В 1939 году окончила среднюю школу (в этот период семья проживала в г. Свердловске) и поступила в Свердловский государственный медицинский институт. После окончания вуза

в 1948 году Алла Никандровна была направлена на работу главным санитарным инспектором в г. Полевской Свердловской области, а в 1959 году она была переведена на работу в областную санэпидстанцию главным врачом. После выхода постановления Совета Министров СССР от 29.10.1963 «О государственном санитарно-эпидемиологическом надзоре в СССР» функция государственного санитарного надзора от госсанинспекции перешла к санитарно-эпидемиологической службе, и тогда Алла Никандровна стала первым главным санитарным врачом Свердловской области, а с 1973 года – первым главным государственным санитарным врачом Свердловской области.

Опытный организатор, высококвалифицированный специалист, Ощепкова Алла Никандровна проделала большую работу по становлению и развитию санитарно-эпидемиологической службы области, укреплению ее материально-технической базы. При ее участии в городах и районах области было открыто 7 санитарно-эпидемиологических станций, 7 новых лабораторий – паразитологическая, вирусологическая, токсикологическая, особо опасных инфекций, гигиены детей и подростков, ядохимикатов, физико-химических методов исследований. Построены здания для 31 санитарно-эпидемиологической станции. Созданы отделы водоснабжения и охраны водоемов, гигиены детей и подростков, гигиены труда, организационно-методический отдел. Проведено слияние одноименных городских и районных СЭС, реорганизация районных санэпидстанций в городах с районным делением. Численность врачей, работающих в учреждениях госсанэпидслужбы области, возросла в 1,5 раза; обеспеченность санитарными врачами 1984 году



достигла среднереспубликанских показателей (2,13 на 10 тысяч жителей области).

В 1970–1980 годы в регионе было построено 1600 крупных промышленных объектов. Благодаря настойчивости Аллы Никандровны, ее требовательности, при реконструкции существующих и строительстве новых промышленных объектов решались многие социальные вопросы. В этот период в области было введено в эксплуатацию 984 установки по очистке атмосферного воздуха, 551 установка по очистке сточных вод и 113 водопроводов, из санитарно-защитных зон промышленных предприятий переселены около 7000 человек. Улучшены условия труда более чем 40 тыс. женщин, освобождены от выполнения работ с тяжелыми и вредными условиями труда 2965 женщин.

В 1972 году при непосредственном участии специалистов службы впервые в стране был разработан трехлетний план строительства в Свердловской области природоохранных объектов, который был утвержден решением областного Совета народных депутатов.

Свою профессиональную деятельность Алла Никандровна совмещала с научной и общественной деятельностью. Она опубликовала 44 научно-практические работы. Всю свою профессиональную деятельность она посвятила служению людям, проблемам сохранения и укрепления их здоровья. Именно при Алле Никандровне была создана та база, на которой работает и развивается сегодняшняя свердловская санитарно-эпидемиологическая служба.

В 1964 году А.Н. Ощепковой было присвоено почетное звание «Заслуженный врач РСФСР». Ее весомый вклад в развитие санитарной службы был отмечен высокими наградами – орденами Октябрьской революции и «Знак Почета», медалями «За трудовое отличие» и «За доблестный труд», серебряной медалью ВДНХ, значком «Отличнику здравоохранения», многочисленными грамотами Минздрава СССР, Минздрава РСФСР, Правительства Свердловской области.

Алла Никандровна возглавляла санэпидслужбу области 26 лет – вплоть до 1985 года.

Коллективы Управления Роспотребнадзора по Свердловской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области» гордятся тем, что в истории службы были такие люди, как Алла Никандровна Ощепкова, и тем, что являются продолжателями той большой работы, которая была ею начата.

Умерла А.Н. Ощепкова 3 июня 1994 года и похоронена в Екатеринбурге.