

### 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)

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-71110 от 22 сентября 2017 г. (печатное издание)

### Адрес учредителя и редакции (издателя):

117105, Москва, Варшавское шоссе, д. 19А  
ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора  
Редакция ЗНиСО  
Тел.: (495) 633-1817 доб. 240  
факс: (495) 954-0310  
E-mail: zniso@fcgie.ru  
http://zniso.fcgie.ru/

Научно-практический журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК, включен в научные электронные библиотеки «КиберЛенинка» и «eLIBRARY.RU», базы данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, международную базу данных Ulrich's Periodicals Directory, полные тексты научных публикаций журнала индексируются в поисковой системе Академия Google (Google Scholar)

Журнал распространяется по подписке Подписной индекс по каталогу агентства «Урал-Пресс» – 40682 По вопросам размещения рекламы в номере обращаться: zniso@fcgie.ru

Подписано в печать 30.03.2021 г.  
Формат издания 60х90/8 Печ. л. 11,25  
Плановый тираж 1000 экз.  
Цена 470 руб.



ВЫСШАЯ  
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ  
(ВАК)

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

**eLIBRARY.RU**

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС  
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ  
**Science Index**

RUSSIAN SCIENCE  
CITATION INDEX (RSCI)  
на платформе  
**WEB OF SCIENCE™**



**ULRICH'S  
PERIODICALS DIRECTORY™**

**Crossref**

**Google  
scholar**



# ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И СРЕДА ОБИТАНИЯ

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya

№3 (336), 2021

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ЗНиСО»

Основан в 1993 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР **А.Ю. ПОПОВА**

## РЕДАКЦИЯ

Заместители главного редактора  
В.Ю. Ананьев, Г.М. Трухина  
Ответственный секретарь  
Н.А. Горбачева  
Редактор Е.С. Нерсесова  
Корректор Л.В. Иваночкина  
Переводчик О.Н. Лежнина  
Дизайн и верстка Е.В. Ломанова

## РЕДКОЛЛЕГИЯ

В.Г. Акимкин  
А.М. Большаков  
Н.В. Зайцева  
П.Ф. Кику  
О.Ю. Милушкина  
Н.В. Рудаков  
О.Е. Троценко

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

|                                         |                                  |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| В.А. Алешкин (Москва)                   | Н.А. Лебедева-Несевря (Пермь)    |
| А.В. Алехнович (Москва)                 | А.В. Мельцер (Санкт-Петербург)   |
| С.В. Балахонов (Иркутск)                | Н.В. Полунина (Москва)           |
| Н.А. Бокарева (Москва)                  | Л.В. Прокопенко (Москва)         |
| Е.Л. Борщук (Оренбург)                  | И.К. Романович (Санкт-Петербург) |
| Н.И. Брико (Москва)                     | В.Ю. Семенов (Москва)            |
| В.Б. Гурвич (Екатеринбург)              | С.А. Судьин (Н. Новгород)        |
| Т.К. Дзагурова (Москва)                 | А.В. Суров (Москва)              |
| С.Н. Киселев (Хабаровск)                | В.А. Тутельян (Москва)           |
| О.В. Клепиков (Воронеж)                 | В.П. Чашин (Санкт-Петербург)     |
| В.Т. Комов (п. Борок, Ярославская обл.) | А.Б. Швелев (Москва)             |
| Э.И. Коренберг (Москва)                 | Д.А. Шпилев (Н. Новгород)        |
| В.М. Корзун (Иркутск)                   | М.Ю. Щелканов (Владивосток)      |
| Е.А. Кузьмина (Москва)                  | В.О. Щепин (Москва)              |
| В.В. Кутырев (Саратов)                  |                                  |

## ИНОСТРАННЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| М.К. Амрин (Казахстан)           | А.М. Тсатсакис (Греция) |
| К. Баждарич (Хорватия)           | С.И. Сычик (Беларусь)   |
| М. А. оглы Казимов (Азербайджан) | Ю.О. Удланд (Норвегия)  |
| И. Томассен (Норвегия)           | Х. Ханн (Германия)      |

16+

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

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

При использовании материалов ссылка на журнал ЗНиСО обязательна  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

© ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора

## Founder of the Journal

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 journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor) Certificate of Mass Media Registration PI No. FS 77-71110 dated September 22, 2017

## Address of the founder and editorial office (publisher):

19A Varshavskoe Shosse, Moscow, 117105, Russian Federation  
Federal Center for Hygiene and Epidemiology  
ZNISO Editorial Board  
Phone: (495) 633-1817 Ext. 240  
Fax: (495) 954-0310  
E-mail: zniso@fcgie.ru  
http://zniso.fcgie.ru/

This scientific and practical journal is included in the List of the Leading Peer-Reviewed Scientific Journals and Publications of the Higher Attestation Commission, CyberLeninka and eLIBRARY.RU scientific digital libraries, the database of the Russian Science Citation Index (RINC) and the Russian Science Citation Index (RSCI) on the Web of Science platform, and Ulrich's Periodicals Directory; full texts of scientific publications are indexed in the Google Scholar academic search engine.

This journal is distributed by subscription.

Subscription index in the "Ural-Press" Agency Catalog: 40682

For advertising in the journal, please write to zniso@fcgie.ru

Signed to print: 30.03.2021

Publication format: 60x90/8

Conditional printed sheets volume: 11,25

Planned circulation: 1000 copies

Price: 470 RUB



ВЫСШАЯ  
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ  
(ВАК)

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

eLIBRARY.RU

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС  
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ  
Science Index

RUSSIAN SCIENCE  
CITATION INDEX (RSCI)  
НА ПЛАТФОРМЕ  
WEB OF SCIENCE™



Crossref



# PUBLIC HEALTH AND LIFE ENVIRONMENT

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya

No.3 (336), 2021

MONTHLY SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

Established in 1993

EDITOR-IN-CHIEF **Anna Yu. Popova**

## EDITORIAL GROUP

Deputy Editors-in-Chief  
Vasilii Yu. Ananyev, Galina M. Trukhina  
Executive Secretary  
Nataliya A. Gorbacheva  
Editor Evgenia S. Nersesova  
Corrector Lyudmila V. Ivanochkina  
Translator Olga N. Lezhnina  
Design and layout Elena V. Lomanova

## EDITORIAL BOARD

Vasilii G. Akimkin  
Aleksey M. Bolshakov  
Nina V. Zaitseva  
Pavel F. Kiku  
Olga Yu. Milushkina  
Nikolai V. Rudakov  
Olga E. Trotsenko

## EDITORIAL COUNCIL

Vladimir A. Aleshkin (Moscow)  
Aleksander V. Alekhovich (Moscow)  
Sergey V. Balakhonov (Irkutsk)  
Natalia A. Bokareva (Moscow)  
Evgeniy L. Borshchuk (Orenburg)  
Nikolay I. Briko (Moscow)  
Vladimir B. Gurvich (Ekaterinburg)  
Tamara K. Dzagurova (Moscow)  
Sergey N. Kiselev (Khabarovsk)  
Oleg V. Klepikov (Voronezh)  
Viktor T. Komov (Borok, Yaroslavl Region)  
Eduard I. Korenberg (Moscow)  
Vladimir M. Korzun (Irkutsk)  
Elena A. Kuz'mina (Moscow)  
Vladimir V. Kutyrev (Saratov)

Natalia A. Lebedeva-Nesevrya (Perm)  
Aleksander V. Meltser (Saint Petersburg)  
Natalia V. Polunina (Moscow)  
Lyudmila V. Prokopenko (Moscow)  
Ivan K. Romanovich (Saint Petersburg)  
Vladimir Yu. Semenov (Moscow)  
Sergey A. Sudyin (Nizhny Novgorod)  
Aleksey V. Surov (Moscow)  
Viktor A. Tutelyan (Moscow)  
Valeriy P. Chashchin (Saint Petersburg)  
Alexey B. Shevelev (Moscow)  
Dmitriy A. Shpilev (Nizhny Novgorod)  
Michail Yu. Shchelkanov (Vladivostok)  
Vladimir O. Shchepin (Moscow)

## FOREIGN EDITORIAL COUNCIL

Meiram Amrin (Kazakhstan)  
Ksenia Bazdarich (Croatia)  
Mirza Kazimov (Azerbaijan)  
Yngvar Thomassen (Norway)

Aristidis Tsatsakis (Greece)  
Sergey Sychik (Belarus)  
Jon Øyvind Odland (Norway)  
Helmut Hahn (Germany)

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

16+

All rights reserved. Reprint only with permission of the publisher. Reprinting and reproduction of materials and figures in print or electronic form is allowed only with the written permission from the Federal Center for Hygiene and Epidemiology. A reference to the journal is required when quoting.  
Editorial opinion may not coincide with the opinion of the authors.

© FBHI Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor

## СОДЕРЖАНИЕ

## ГИГИЕНА ТРУДА

Валеева Э.Т., Гимранова Г.Г., Шайхлисламова Э.Р. Производственные и непроизводственные факторы риска развития болезней системы кровообращения у работников нефтяной промышленности ..... 4

## МЕДИКО-СОЦИАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Пайков А.Ю., Запарий Н.С., Аболь А.В. Характеристика инвалидности взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области ..... 9

## ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Шестёра А.А., Сабирова К.М., Кику П.Ф., Каерова Е.В. Гигиенические аспекты здоровья студентов младших курсов медицинского университета ..... 18

Макарова В.В., Зорина И.Г., Емельянова Л.А., Зорин И.А. Психоэмоциональное состояние школьников до и во время дистанционного обучения в период карантинных ограничений 2020 года ..... 25

## КОММУНАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

Пережогин А.Н., Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В. Связь заболеваний у детей с воздействием компонентов выбросов целлюлозно-бумажных предприятий ..... 33

Лисецкая Л.Г., Шаяхметов С.Ф. Уровень загрязнения снегового покрова фтористыми соединениями в зоне выбросов алюминиевого производства ..... 41

Смолягин А.И., Михайлова И.В., Ермолина Е.В., Стадников А.А., Боев В.М. Оценка нейроэндокринных и иммунологических параметров у животных при хроническом комбинированном воздействии ксенобиотиков ..... 47

## ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Елисеев Ю.Ю., Чехомов С.Ю., Елисеева Ю.В. Гигиеническая оценка содержания нитратов в овощной продукции фермерских и личных подсобных хозяйств Саратовской области ..... 52

## ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Иваненко А.В., Соловьев Д.В., Волкова Н.А., Глиненко В.М., Смирнова О.А., Шведова И.С., Бахмутская Е.В., Мельников Д.А. Эпидемиологические особенности заболеваемости коронавирусной инфекцией COVID-19 в Москве в период с 1 марта по 31 августа 2020 года .... 57

Летюшев А.Н., Степанова Т.Ф., Шарухо Г.В. Заболеваемость энтеробиозом детей, посещающих образовательные организации Тюменской области ..... 63

Кривошеев В.В., Столяров А.И. Влияние метеорологических факторов на заболеваемость и смертность COVID-19 в Москве в апреле-июне 2020 года ..... 70

Батчаев Х.Х., Пилипенко Т.Д., Середа Л.Г., Петрюк Т.А. Особенности заболеваемости шигеллезами на территории Карачаево-Черкесской Республики в 2005–2019 годах ..... 78

Журавлёв П.В., Каложин А.С., Кулак М.А., Алексанина Н.В., Гапон М.Н., Твердохлебова Т.И. Способность выживания возбудителя COVID-19 в водной среде (Обзор литературы) ..... 84

## CONTENTS

## OCCUPATIONAL HEALTH

Valeeva E.T., Gimranova G.G., Shaikhislamova E.R. Work-related and behavioral risk factors of diseases of the circulatory system in oil industry workers.....4

## МЕДИКО-СОЦИАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Paikov A.Yu., Zapariy N.S., Abol A.V. Characterization of respiratory disability in the adult population of the Rostov Region .....9

## PEDIATRIC HYGIENE

Shestera A.A., Sabirova K.M., Kiku P.F., Kaerova E.V. Hygienic aspects of health of junior students of a medical university .....18

Makarova V.V., Zorina I.G., Emelyanova L.A., Zorin I.A. Psychoemotional status of schoolchildren before and during distance learning at the time of 2020 coronavirus lockdown.....25

## COMMUNAL HYGIENE

Perezhogin A.N., Zemlyanova M.A., Koldibekova Yu.V. Association between exposure to components of pulp and paper industry emissions and diseases in children .....33

Lisetskaya L.G., Shayakhmetov S.F. The level of snow cover contamination with fluoride compounds in the emission zone of a primary aluminum smelter .....41

Smolyagin A.I., Mikhaylova I.V., Ermolina E.V., Stadnikov A.A., Boev V.M. Evaluation of neuroendocrine and immunological parameters in animals following chronic combined exposure to xenobiotics.....47

## FOOD HYGIENE

Eliseev Yu.Yu., Chekhomov S.Yu., Eliseeva Yu.V. Comparative assessment of nitrate concentrations in vegetables grown on commercial and subsistence farms in the Saratov Region.....52

## EPIDEMIOLOGY

Ivanenko A.V., Soloviev D.V., Volkova N.A., Glinenko V.M., Smirnova O.A., Shvedova I.S., Bakhmutskaia E.V., Melnikov D.A. Epidemiological features of the incidence of COVID-19 in Moscow in the period from March 1 to August 31, 2020 .....57

Letyushev A.N., Stepanova T.F., Sharukho G.V. The incidence of enterobiasis in children attending educational institutions of the Tyumen Region .....63

Krivosheev V.V., Stolyarov A.I. Effects of meteorological factors on COVID-19 incidence and mortality in Moscow in April–June 2020 .....70

Batchaev Kh.Kh., Pilipenko T.D., Sereda L.G., Petryuk T.A. Features of the incidence of shigellosis in the Karachay-Cherkess Republic in 2005–2019.....78

Zhuravlev P.V., Kalyuzhin A.S., Kulak M.A., Aleksanina N.V., Gapon M.N., Tverdokhlebova T.I. Survival ability of the COVID-19 causative agent in aquatic environment: a literature review.....84

© Валеева Э.Т., Гимранова Г.Г., Шайхлисламова Э.Р., 2021

УДК 613.6.02 : 612.1 : 665

## Производственные и непроизводственные факторы риска развития болезней системы кровообращения у работников нефтяной промышленности

Э.Т. Валеева, Г.Г. Гимранова, Э.Р. Шайхлисламова

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» Роспотребнадзора,  
ул. Ст. Кувykiна, д. 94, г. Уфа, 450106, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* Болезни системы кровообращения по распространенности и тяжести осложнений занимают ведущее место в структуре общей заболеваемости среди причин инвалидности и преждевременной смертности населения трудоспособного возраста. Основными причинами роста заболеваемости сердечно-сосудистой патологией считаются факторы образа жизни, такие как курение, употребление алкоголя, нерациональное питание, а также гипертриглицеридемия, избыточная масса тела, гиподинамия. В настоящее время доказана и роль вредных производственно-профессиональных факторов в развитии сердечно-сосудистой патологии. *Цель.* Изучить воздействие производственных и непроизводственных факторов риска на развитие болезней системы кровообращения у нефтяников. *Методы.* Выполнена оценка условий труда и состояния здоровья работников нефтяной промышленности, включающая анкетирование для выявления немодифицируемых и модифицируемых факторов кардиоваскулярного риска, антропометрию, измерение артериального давления, анализ показателей обмена липидов, осмотр врачом-кардиологом. Показано, что условия труда работников, занятых добычей и переработкой нефти, относятся к вредному 3 классу и могут приводить к росту хронических неинфекционных заболеваний, в том числе болезней системы кровообращения. Основными вредными производственными факторами на рабочих местах нефтяников являются вибрация, шум, загрязнение воздуха рабочей зоны предельными углеводородами, сероводородом, а также тяжесть трудового процесса. Выявлены сильные взаимосвязи основных факторов риска. Доля лиц, имеющих высокий риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, составила около 30 % от общего числа работников. *Заключение.* Показана роль профессиональных и непрофессиональных факторов риска в развитии у нефтяников болезней системы кровообращения, что требует разработки профилактических мероприятий.

**Ключевые слова:** факторы риска, болезни системы кровообращения, работники, нефтяная промышленность.  
**Для цитирования:** Валеева Э.Т., Гимранова Г.Г., Шайхлисламова Э.Р. Производственные и непроизводственные факторы риска развития болезней системы кровообращения у работников нефтяной промышленности // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 4–8. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-4-8>

**Сведения об авторах:**  
✉ Валеева Эльвира Тимурьяновна – д.м.н., главный научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»; e-mail: oozr@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9146-5625>.  
Гимранова Галина Ганиновна – д.м.н., заместитель директора по научной и организационно-методической работе ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: gala.gim@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8476-1223>.

Шайхлисламова Эльмира Рафиковна – к.м.н., заведующий отделом медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: shajkh.ehlmira@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6127-7703>.

## Work-Related and Behavioral Risk Factors of Diseases of the Circulatory System in Oil Industry Workers

E.T. Valeeva, G.G. Gimranova, E.R. Shaikhislamova

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

**Summary.** *Introduction:* In terms of the prevalence and severity of complications, diseases of the circulatory system rank high in the structure of general morbidity among the causes of disability and premature mortality of the working-age population. The main reasons for the increased incidence of cardiovascular diseases are considered to be such behavioral risk factors as smoking, alcohol consumption, poor nutrition, hypertriglyceridemia, overweight, and physical inactivity. By now, contribution of adverse work-related and occupational factors in the development of cardiovascular disorders has been proven as well. Our *objective* was to study the relationship between work-related and behavioral risk factors and diseases of the circulatory system in oil workers. *Methods:* We conducted an assessment of working conditions and health status of oil industry workers that included a questionnaire-based survey to identify unmodified and modifiable cardiovascular risk factors, anthropometry, blood pressure measurements, the analysis of lipid metabolism indicators, and examination by a cardiologist. We established that the working conditions of oil production and refinery workers belong to hazard class 3 and may contribute to increased rates of chronic non-communicable diseases including diseases of the circulatory system. The main work-related risk factors for oilmen include vibration, noise, workplace air pollution with saturated hydrocarbons and hydrogen sulfide, as well as the severity of the labor process. Strong interrelationships of the main risk factors were revealed. The proportion of workers with a high risk of developing cardiovascular disorders was about 30 % of the total number of employees. *Conclusions:* Our findings demonstrate the role of work-related and non-occupational risk factors in the development of diseases of the circulatory system in oil workers and indicate the need to develop appropriate preventive measures.

**Keywords:** risk factors, diseases of the circulatory system, workers, oil industry.

**For citation:** Valeeva ET, Gimranova GG, Shaikhislamova ER. Work-related and behavioral risk factors of diseases of the circulatory system in oil industry workers. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):4–8. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-4-8>

### Author information:

✉ Elvira T. Valeeva, D.M.Sc., Chief Researcher, Department of Occupational Medicine, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: oozr@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9146-5625>.

Galina G. Gimranova, D.M.Sc., Deputy Director for Scientific, Organizational and Methodological Work, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: gala.gim@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8476-1223>.

Elmira R. Shaikhislamova, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Occupational Medicine, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: shajkh.ehlmira@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6127-7703>.

**Введение.** Болезни системы кровообращения (БСК) на протяжении последних нескольких десятилетий являются основной причиной (49 %) смертности большинства европейских популяций. В структуре общей смертности лиц, находящихся в трудоспособном возрасте (23–65 лет), на долю БСК приходится около 40 % [1–3].

На развитие и прогрессирование БСК оказывают влияние около 200 факторов риска (ФР), из которых всего 9 являются основными модифицируемыми факторами, обуславливающими 90 % популяционного риска. К ним относят артериальную гипертонию (АГ), злоупотребление алкоголем, абдоминальное ожирение (АО), низкую физическую активность, недостаток овощей и фруктов в рационе питания [4, 5]. Кроме вышеупомянутых ФР, исследованиями многих авторов показано влияние на развитие и прогрессирование болезней сердечно-сосудистой системы таких вредных факторов производственной среды и трудового процесса, как вибрация, шум, неблагоприятный микроклимат, тяжесть и напряженность труда, стресс и психоэмоциональная нагрузка на рабочем месте, загрязнение воздуха рабочей зоны комплексом токсических веществ [6–9].

На современном этапе повсеместно принята концепция суммарного снижения показателей смертности от болезней сердца на 44–60 % в связи с нивелированием воздействия факторов риска, основанная на полифакторной этиологии сердечно-сосудистой патологии с учетом взаимопотенцирующего воздействия и тесной взаимосвязи факторов риска [10].

Предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК), включающие нефтяную и нефтеперерабатывающую отрасли, являются основными и значимыми в формировании внутреннего валового дохода и бюджета Российской Федерации. Структура ТЭК России в настоящее время такова, что преобладают вертикально интегрированные нефтяные компании, в деятельность которых входит первичная разработка нефтяных месторождений, далее следует глубокая переработка нефти с получением нефтепродуктов и их реализация конечному потребителю [11]. На территориях Башкортостана и Татарстана находятся наиболее крупные предприятия ТЭК, которые относят к категории взрыво- и пожароопасных, что априори определяет их потенциальную опасность для здоровья работников. Данные Росстата с 2010 по 2019 г. свидетельствуют о том, что число лиц, занятых в производствах добычи топливно-энергетических полезных ископаемых и работающих во вредных и опасных условиях труда, увеличилось с 40 % до 47 %, в производствах нефтепродуктов – с 46 % до 54 %. Среди работников отмечается высокая распространенность хронической патологии, в том числе БСК, что определяет необходимость разработки и внедрения системных мер и решений, способствующих снижению вредного воздействия факторов производства и сохранению здоровья работников [12, 13].

По данным зарубежных авторов, проблема болезней системы кровообращения как среди населения в целом, так и среди работников, контактирующих с различными вредными производственными факторами, весьма актуальна [14–26].

**Цель.** Изучение роли и влияния различных производственных и непроизводственных факторов риска на развитие сердечно-сосудистой патологии у работников, занятых в производствах добычи и переработки нефти.

**Материалы и методы.** На 450 рабочих местах нефтяников выполнена оценка условий труда с количественной и качественной характеристикой вредных производственных факторов согласно Р 2.2.2006–05<sup>1</sup>.

Изучение состояния здоровья работников проводилось в рамках периодических и углубленных медицинских осмотров и включало опрос по стандартной анкете для оценки личного самочувствия, предъявляемых жалоб и выявления немодифицируемых и модифицируемых факторов кардиоваскулярного риска, антропометрию, измерение артериального давления, анализ показателей обмена липидов, осмотр врачом-кардиологом.

Обработка результатов проведена на основе прикладных пакетов статистических программ Statistica.

**Результаты.** Как показали исследования, на большинстве рабочих мест зарегистрированы повышенные уровни вибрации и шума, которые относятся к факторам физической природы и занимают первое место в структуре комплекса вредных производственных факторов. Уровни воздействия шума на работников, занятых бурением и ремонтом скважин, соответствуют 3 классу 3 степени вредности, вибрации – 3 классу 1 степени вредности. На остальных рабочих местах уровни шума соответствуют 3 классу 1–2 степени вредности, показатель производственной вибрации не превышает предельно допустимого уровня. Основные виды работ при бурении скважин и их эксплуатации выполняются на открытом воздухе. При этом воздействует, как правило, комплекс неблагоприятных метеорологических условий (пониженная или повышенная температура, относительная влажность и подвижность воздуха, солнечная инсоляция, осадки), степень выраженности которых определяется климатогеографическими особенностями района ведения работ.

Характерными особенностями работ, выполняемых на участках бурения и эксплуатации нефтяных месторождений, является наличие в воздухе рабочей зоны предельных и непредельных углеводородов, сероводорода, а также ряда реагентов, используемых для закачки в пласт. Физико-химические свойства добываемой нефти обуславливают состав химических загрязнителей в воздушной среде. Такие газообразные углеводороды парафинового ряда, как пропан, бутан, этан, метан, и пары низкокипящих фракций нефти поступают

<sup>1</sup> Р.2.2.2006–05 «Гигиеническая оценка факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г.). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 142 с.

в воздух преимущественно при разработке месторождений малосернистой нефти. В то же время при добыче высокосернистой нефти в воздух рабочей зоны выделяются более токсичные вещества, такие как сероводород и меркаптаны. При бурении нефтяных скважин загрязнение воздушной среды вредными веществами в большинстве случаев не достигает предельно допустимых концентраций.

Выделение комплекса токсических веществ в рабочую зону при подземном ремонте скважин носит интермиттирующий характер. При выполнении ряда технологических операций (подземный и капитальный ремонт, устранение переливов нефти, ремонт насосов и т. д.) возможно загрязнение кожных покровов работников жидкой нефтью.

Труд нефтяников относится к категории напряженного вследствие высокой ответственности, травмоопасности и постоянного психоэмоционального напряжения. В профессиональных группах бурильщиков и их помощников присутствует постоянный подъем и перемещение тяжестей в процессе выполнения основных и ремонтных видов работ, статические и региональные динамические нагрузки, которые воздействуют в основном на мышцы плечевого пояса и руки. Нередко работники до 50–70 % времени смены находятся в вынужденной рабочей позе, что по тяжести трудового процесса соответствует категории вредного 3 класса 3 степени вредности. Тяжесть труда операторов добычи нефти и газа (ДНГ) ремонта скважин (КРС, ПРС) в зависимости от специфики выполняемых работ относится к классам 3.2–3.3. Для работников остальных профессий тяжесть трудового процесса соответствует 3 классу 1 степени вредности.

Проведенные исследования показали, что на всех рабочих местах нефтяников уровни вредных факторов рабочей среды и трудового процесса не соответствуют гигиеническим нормативам и относятся к вредному 3 классу 1–3 степени. Интегральная оценка условий труда операторов добычи нефти и газа (ДНГ) относится к классу 3.1–3.2, машинистов агрегатов по обслуживанию нефтепромыслового оборудования – к классу 3.2–3.3, бурильщиков и их помощников – 3.3–3.4, операторов КРС, ПРС – 3.2–3.3.

Настоящим исследованием установлено, что стандартизированная по возрасту распространенность АГ соответствует таковой в мужской популяции России в целом и составляет 39,1 %. Семейный анамнез сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) зарегистрирован у 35,0 % нефтяников. При сборе анамнеза обнаружено среди родственников 1-й степени родства 67,9 % лиц с АГ. Чаще всего АГ определялась у родственников по обеим линиям, причем в 4,5 раза чаще у матерей, чем у отцов.

По данным анкетного опроса установлено, что среди работников, занятых нефтедобычей, курение табака зарегистрировано в 54,0 % случаев. Табакокурение у лиц в возрастной группе 21–38 лет встречается в 1,7 раза чаще (63,5 %), чем у лиц в возрасте 41–58 лет (42,1 %).

Определено влияние индекса курения (ИК) на степень тяжести АГ: в группе лиц с АГ II степени курильщиков с ИК > 10 было преоб-

ладающее большинство (72,1 %) в сравнении с лицами с АГ I степени, среди которых таковых было 33,2 %.

У 26,1 % нефтяников определена избыточная масса тела (ИМТ более 25 кг/м<sup>2</sup>), у 11,1 % работников она достигла степени ожирения (ИМТ более 30 кг/м<sup>2</sup>), АО выявлено у 23 % лиц. Показатели спектра липидов у работников основных профессиональных групп свидетельствовали о повышенных уровнях липидов атерогенного профиля. Так, повышенное содержание общего холестерина выявлено практически у каждого третьего работника – 34,2 %, триглицеридов – у 16,2 % лиц. Превышали нормальный уровень показатели общего холестерина у 38,7 % машинистов, 37,2 % операторов КРС, ПРС, у 28,3 % бурильщиков и их помощников и у 26,7 % операторов ДНГ. Уровни триглицеридов были повышены у 19,4 % операторов КРС, ПРС, у 16,2 % машинистов, 15,4 % бурильщиков и их помощников, у 15,1 % операторов ДНГ. У обследованных работников частота обнаруженной гипертриглицеридемии и холестеринемии достоверно превышала показатели группы сравнения ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,005$ ). С увеличением стажа работы выявлена тенденция к повышению частоты гиперхолестеринемии у бурильщиков со стажем более 15 лет – 44,1 %, у операторов ДНГ – 40,2 %. Аналогичный характер изменений наблюдался и в группах операторов КРС, ПРС и машинистов.

Исследование у работников процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) по уровню малонового диальдегида обнаружило образование избыточного их количества у 42,1 % нефтяников. Следует отметить, что наиболее часто выявленные изменения определялись среди операторов КРС, ПРС (50,5 %) и операторов ДНГ (40,5 %). У бурильщиков и их помощников, машинистов избыточное образование продуктов ПОЛ выявлено соответственно в 37,1 % и 35,8 % случаев. Дисбаланс выявленных реакций ПОЛ может указывать на возможность развития окислительного стресса в организме обследованных. По всей вероятности, углеводороды, обладая хорошими свойствами растворителей, вступают в активное взаимодействие с компонентами липидов, содержащихся в мембранах клеточных структур.

У 35,4 % нефтяников проведенная оценка риска развития осложнений ССЗ по шкале SCORE определила очень высокий и высокий уровни риска смертельных ССЗ, у 25,1 % работников определен риск средних значений. При изучении внутригрупповых уровней риска показано, что бурильщики имеют наибольший суммарный риск (42 %); очень высокий, высокий и средний риски возможных фатальных ССЗ определялись у 59,0 % нефтяников, причем у бурильщиков – 63,3 %, а у операторов – 44,2 %.

Выявлена зависимость суммарного риска развития фатальных ССЗ от длительности стажа работы. Так, у работников с увеличением стажа работы более 5,5–7 лет резко возрастает возможность развития очень высокого и высокого риска развития фатальных сердечно-сосудистых осложнений и понижается частота выявления умеренного и низкого риска.

В целях выяснения роли социально-гигиенических факторов в формировании ССЗ у

работников, занятых на производствах по выпуску нефтепродуктов, проведено анкетирование, которое показало, что распространенность табакокурения среди данного контингента составила 44,9 %. При этом 24,5 % работников выкуривают в день более одной пачки сигарет, а злостных курильщиков, выкуривающих до 2 пачек сигарет, оказалось лишь 0,8 %. Выявлено, что более половины опрошенных (55,1 %) не курят, а 20,1 % выкуривает до 0,5 пачки в день.

Согласно данным опроса, каждый третий работник имеет отягощенную наследственность по ССЗ и/или сахарному диабету (СД).

Изменения липидного профиля по типу гиперхолестеринемии диагностированы у 45,1 % лиц, при этом у работников в возрасте 21–30 лет она присутствовала у трети обследованных, в то время как у работников старше 31 года повышенные значения холестерина диагностированы уже в 52,3 % случаях, то есть у каждого второго.

У 4,9 % обследованных работников всех профессиональных групп, занятых в добыче и переработке нефти, обнаружено повышенное содержание глюкозы в крови, которое рассматривается как один из важнейших факторов риска развития БСК.

Наличие физической нагрузки отметило 54,0 % опрошенных. Физическая нагрузка в виде утренней зарядки имеется у 24,7 % респондентов и в виде лечебной гимнастики — у 12,3 %. Занимаются активными видами спорта лишь 17,0 % нефтяников. Таким образом, большинство (54,0 %) работников осознают необходимость занятий физической культурой в том или ином виде в целях сохранения здоровья.

Немаловажное значение для сердечно-сосудистой системы имеет ходьба, однако 48,1 % обследованных составляют люди с малой физической активностью, которые проходят менее 5 км в день. Из приведенных данных следует, что работники отдают предпочтение занятиям спортом в спортивных залах по сравнению с пешими прогулками.

У обследованных работников проведена оценка риска развития сердечно-сосудистых осложнений по системе SCORE, при этом учитывались все антропологические показатели, возраст, пол, наличие в анамнезе АГ, СД, отношение к курению, показатели артериального давления и общего холестерина. Показатели риска менее 1 % (низкий) имели 40 % работающих, занятых в производствах нефтепродуктов, в пределах от 1 % до 5 % (повышенный) — 42 % работающих, в пределах от 5 % до 10 % (высокий) — 23 %, более 10 % (очень высокий) — 6 % работников.

**Обсуждение.** Как показало данное исследование, условия, в которых трудятся работники, занятые в производствах добычи сырой нефти и ее первичной и вторичной переработки, являются вредными не менее 3 класса 1–3 степени и могут стать непосредственной причиной развития ряда хронических неинфекционных заболеваний, в том числе и БСК. Ведущими неблагоприятными факторами на изученных рабочих местах нефтяников являются факторы физической природы, а именно вибрация и шум. Немаловажное значение имеет наличие

в воздухе рабочей зоны комплекса химических токсикантов, а также тяжесть трудового процесса.

Эпидемиологическое исследование ФР БСК позволило установить, что у работников, занятых добычей нефти и получением нефтепродуктов, отмечается высокий уровень АГ. На различия в распространенности БСК у обследованных большое влияние оказывает интенсивность и спектр воздействующих вредных факторов рабочей среды. Установлено, что наиболее значимые нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы и более высокий риск развития БСК имели бурильщики и их помощники, операторы КРС, ПРС.

Выявлены достаточно сильные взаимосвязи основных ФР. Так, у работников с гиперхолестеринемией выявлены более высокие уровни АД, ИМТ и АО. В группе работников с АГ II степени преобладали курильщики с ИК > 10 (72,1 %). Сочетание нескольких ФР БСК приводит к более выраженным изменениям в липидном спектре крови и увеличивает вероятность развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Обследуемые работники в возрасте старше 40 лет могут быть отнесены к группе высокого риска развития БСК. Доля лиц, имеющих высокий уровень риска, составила около 30 % от общего числа работников.

**Заключение.** Выявление профессиональных и непрофессиональных ФР и их роли в развитии БСК у нефтяников показало, что чаще всего АГ развивается у работающих в наиболее тяжелых условиях труда при наличии комплекса вредных производственных факторов в сочетании с курением, гиперхолестеринемией, ожирением и др. Выявлена группа высокого риска развития БСК среди нефтяников. Важнейшей задачей медицины труда является разработка мероприятий, направленных на первичную и вторичную профилактику заболеваний сердечно-сосудистой системы у работающих.

**Информация о вкладе авторов:** Э.Т. Валеева — разработка дизайна исследования, написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи; Г.Г. Гимранова, Э.Р. Шайхлисламова — получение данных для анализа, анализ полученных данных.

**Финансирование:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 3, 14–26 см. References)

1. Погоньшева И.А., Погоньшев Д.А. Актуальные проблемы взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека в странах европейского союза. Обзор литературы // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 5. С. 473–477.
2. Бойцов С.А., Самородская И.В. Смертность и потерянные годы жизни в результате преждевременной смертности от болезней системы кровообращения // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014. Т. 13. № 2. С. 4–11.
4. Горчакова Т.Ю., Чуранова А.Н. Современное состояние смертности населения трудоспособного возраста в России и странах Европы // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60, № 11. С. 756–759.
5. Самородская И.В., Бойцов С.А., Семенов В.Ю., и др. Нозологическая структура смертности населения Российской Федерации от болезней системы

- кровообращения в трех возрастных группах // Менеджер здравоохранения. 2018. № 5. С. 31–41.
6. Тиунова М.И., Власова Е.М., Носов А.Е. и др. Влияние производственного шума на развитие артериальной гипертензии у работников металлургических производств // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60. № 4. С. 264–267.
7. Брылёва М.С. Роль производственных и непроизводственных факторов в формировании смертности мужского населения (на примере двух арктических моногородов) // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60. № 11. С. 738–741.
8. Карамова Л.М., Валева Э.Т., Башарова Г.Р. и др. Эпидемиологическая оценка особенностей болезней системы кровообращения в Республике Башкортостан // Уральский медицинский журнал. 2016. № 6. С. 120–124.
9. Анищенко Е.Б., Транковская Л.В., Важенина А.А. и др. Некоторые аспекты образа жизни населения в Дальневосточном федеральном округе // Санитарный врач. 2020. № 6. С. 62–73.
10. Голощапов-Аксёнов Р.С. Информативность факторов риска в прогнозировании инфаркта миокарда // Здравоохранение Российской Федерации. 2019. Т. 63. № 2. С. 60–65.
11. Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Капцов В.А. и др. Гигиена труда при добыче и переработке нефти. Уфа; Нижний Новгород; Баку. 2017. 336 с.
12. Гимаева З.Ф. Основные факторы риска и распространенности сердечно-сосудистых заболеваний у работников производства мономеров // Санитарный врач. 2019. № 2. С. 28–31.
13. Гимранова Г.Г., Шайхлисламова Э.Р., Бакиров А.Б. и др. Оценка соматического здоровья работников нефтяной отрасли Западной Сибири // Медицина труда и экология человека. 2019. № 3 (19). С. 5–14.
- References**
1. Pogonysheva IA, Pogonyshev DA. Current issues of the interrelationship between the environment and human health in European Union countries. Literature review. *Gigiena i Sanitariya*. 2019; 98(5):473–477. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-473-477>
2. Boitsov SA, Samorodskaya IV. Mortality and lost years of life as a result of cardiovascular premature deaths. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika*. 2014; 13(2):4–11. (In Russian).
3. Modig K, Berglund A, Talbäck M, et al. Estimating incidence and prevalence from population registers: example from myocardial infarction. *Scand J Public Health*. 2017; 45(17 suppl):5–13. DOI: <https://doi.org/10.1177/1403494817702327>
4. Gorchakova TYu, Churanova AN. Current state of mortality of the working-age population in Russia and Europe. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2020; 60(11):756–759. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-756-759>
5. Semenov VYu, Samorodskaya IV, Starinskaya MA, et al. Nosological structure of mortality from diseases of the circulatory system of the population in three age groups of the population of the Russian Federation. *Menedzher Zdravookhraneniya*. 2018; (5):31–41. (In Russian).
6. Tiunova MI, Vlasova EM, Nosov AE, et al. Influence of industrial noise on the development of arterial hypertension in workers of metallurgical manufactures. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2020; 60(4):264–267. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-4-264-267>
7. Bryleva MS. The role of production and non-production factors in the formation of male mortality (on the example of two arctic single-industry towns). *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2020; 60(11):738–741. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-738-741>
8. Karamova LM, Valeeva ET, Basharova GR, et al. [Epidemiological assessment of features of circulatory diseases in the Republic of Bashkortostan.] *Uralskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2016; (6):120–124. (In Russian).
9. Anishchenko EB, Trankovskaya LV, Vazhenina AA, et al. Some aspects of the population's lifestyle in the Far Eastern Federal District. *Sanitarnyy Vrach*. 2020; (6):62–73. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.33920/med-08-2006-07>
10. Goloshchapov-Aksenov RS. Informativity of risk factors in forecasting myocardial infarction. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2019; 63(2):60–65. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-2-60-65>
11. Karimova LK, Bakirov AB, Kapsov VA, et al. [Occupational Health in Oil Production and Processing.] Ufa; Nizhny Novgorod; Baku, 2017. 336 p. (In Russian).
12. Gimayeva ZF. The main risk factors and prevalence of cardiovascular diseases in monomer production workers. *Sanitarnyy Vrach*. 2019; (2):28–31. (In Russian).
13. Gimranova GG, Shaikhliislamova ER, Bakirov AB, et al. Somatic health assessment of oil-extracting workers of the Western Siberia. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2019; (3(19)):5–14. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10030>
14. Backé EM, Seidler A, Latza U, et al. The role of psychosocial stress at work for the development of cardiovascular diseases: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2012; 85(1):67–79. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00420-011-0643-6>
15. Castañeda SF, Rosenbaum RP, Holscher JT, et al. Cardiovascular disease risk factors among Latino migrant and seasonal farmworkers. *J Agromedicine*. 2015; 20(2):95–104. DOI: <https://doi.org/10.1080/1059924X.2015.1010060>
16. López-Cevallos DF, Escutia G, González-Peña Y, et al. Cardiovascular disease risk factors among Latino farmworkers in Oregon. *Ann Epidemiol*. 2019; 40:8–12. e1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2019.10.002>
17. Dzhambov AM, Dimitrova DD. Heart disease attributed to occupational noise, vibration and other co-exposure: Self-reported population-based survey among Bulgarian workers. *Med Pr*. 2016; 67(4):435–45. DOI: <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00437>
18. Hayashi R, Iso H, Yamagishi K, et al. Working hours and risk of acute myocardial infarction and stroke among middle-aged Japanese men – The Japan Public Health Center–Based Prospective Study Cohort II. *Circ J*. 2019; 83(5):1072–79. DOI: <https://doi.org/10.1253/circj.CJ.18-0842>
19. Jeong I, Rhie J, Kim I, et al. Working hours and cardiovascular disease in Korean workers: a case-control study. *J Occup Health*. 2014; 55(5):385–91. DOI: <https://doi.org/10.1539/joh.12-0245-0a>
20. Kang MY, Park H, Seo JC, et al. Long working hours and cardiovascular disease: a meta-analysis of epidemiologic studies. *J Occup Environ Med*. 2012; 54(5):532–537. DOI: <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e31824fe192>
21. Lee DW, Lee J, Kim HR, et al. Association of long working hours and health-related productivity loss, and its differential impact by income level: A cross-sectional study of the Korean workers. *J Occup Health*. 2020; 62(1):e12190. DOI: <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12190>
22. Lee W, Lee J, Kim HR, et al. The combined effect of long working hours and individual risk factors on cardiovascular disease: An interaction analysis. *J Occup Health*. 2021; 63(1):e12204. DOI: <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12204>
23. Li J, Pega F, Ujita Y, et al. The effect of exposure to long working hours on ischaemic heart disease: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environ Int*. 2020; 142:105739. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105739>
24. Palaghita A, Jost D, Despreaux T, et al. Characteristics of cardiac arrest occurring in the workplace: A post hoc analysis of the Paris Area Fire Brigade Registry. *J Occup Environ Med*. 2016; 58(8):747–52. DOI: <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000783>
25. Jousilahti P, Laatikainen T, Peltonen M, et al. Primary prevention and risk factor reduction in coronary heart disease mortality among working aged men and women in eastern Finland over 40 years: population based observational study. *BMJ*. 2016; 352:i721. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.i721>
26. Shin KS, Chung YK, Kwon YJ, et al. The effect of long working hours on cerebrovascular and cardiovascular disease: A case-crossover study. *Am J Ind Med*. 2017; 60(9):753–61. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajim.22688>

Статья получена: 30.12.20  
Принята в печать: 03.03.21  
Опубликована: 31.03.21

© Пайков А.Ю., Запарий Н.С., Аболь А.В., 2021

УДК 616.2+616-036.86

**Характеристика инвалидности взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области**А.Ю. Пайков<sup>1</sup>, Н.С. Запарий<sup>2</sup>, А.В. Аболь<sup>1</sup><sup>1</sup>ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Ростовской области» Минтруда России, пер. Доломановский, д. 60, г. Ростов-на-Дону, 344082, Российская Федерация<sup>2</sup>ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Минтруда России, ул. Ивана Сусанина, д. 3, г. Москва, 127486, Российская Федерация

**Резюме:** Введение. Инвалидность вследствие болезней органов дыхания является сложной проблемой как для системы здравоохранения, так и социальной защиты. Распространенность хронических болезней легких не только не уменьшается, но и растет при различных нозологиях. Цель исследования – изучение динамики показателей первичной и повторной инвалидности взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области за 2014–2018 гг. в сравнении с показателями по Южному федеральному округу и Российской Федерации. Материал и методы. Исследование сплошное, с использованием электронной базы ЕАВИИАС МСЭ ФКУ «ГБ МСЭ по Ростовской области» Минтруда России контингента впервые признанных инвалидами (ВПИ) и повторно признанных инвалидами (ППИ) вследствие болезней органов дыхания, статистические сборники ФГБУ ФБ МСЭ Минтруда России за 2014–2018 гг. – 10 ед. Методы исследования: выкопировка сведений, описательная статистика, расчет экстенсивных, интенсивных показателей, показателей достоверности, аналитический и сравнительный анализ. Результаты. Анализ инвалидности взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области за 2014–2018 гг. показал: уменьшение числа лиц ВПИ и ППИ в динамике; удельный вес в структуре ВПИ имел тенденцию к уменьшению и был на уровне показателя по Российской Федерации, но выше, чем в Южном федеральном округе, а в структуре ППИ имел тенденцию к увеличению; уровень первичной инвалидности вследствие болезней органов дыхания взрослого населения регистрировался на уровне показателя по Российской Федерации; в структуре ВПИ преобладали инвалиды молодого возраста (42,2 %) в отличие от Южного федерального округа и РФ, где преобладали инвалиды старше трудоспособного возраста (42,0 % и 48,7 % соответственно); по тяжести инвалидности в Ростовской области преобладали инвалиды II группы (50,4 %), в Южном федеральном округе и Российской Федерации – инвалиды III группы (62,3 % и 72,0 % соответственно); уровень повторной инвалидности имел тенденцию к росту и был выше интенсивного показателя по Южному ФО, но ниже чем в РФ; в структуре ППИ от этих причин преобладали инвалиды молодого и среднего возрастов (40,5 % и 40,2 %) с тенденцией к увеличению удельного веса инвалидов молодого возраста и уменьшения доли инвалидов среднего возраста в Южном ФО – среднего и пенсионного возрастов (37,8 % и 35,3 %), в РФ – пенсионного и среднего возрастов – 39,0 % и 35,1 % соответственно; уровень повторной инвалидности среди лиц молодого возраста в 2 раза превышал уровень повторной инвалидности среди данной возрастной группы в Южном ФО и РФ; по тяжести повторной инвалидности вследствие болезней органов дыхания преобладали инвалиды III группы, как в Южном ФО и РФ, но их удельный вес был ниже, чем Южном ФО и РФ; удельный вес инвалидов II группы имел тенденцию к уменьшению, но был выше, чем в Южном ФО и РФ. Заключение. Результаты представленного анализа по изучению показателей первичной и повторной инвалидности вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области за 2014–2018 гг. позволяют более точно проводить оценку степени выраженности нарушенных функций и структур организма с определением ограничения жизнедеятельности организма человека и запланировать необходимый объем реабилитационных мероприятий с учетом гендерно-возрастных характеристик лиц с указанной патологией, что в свою очередь будет способствовать проведению эффективных мер реабилитации и абилитации инвалида с его успешной интеграцией в общество.

**Ключевые слова:** первичная и повторная инвалидность, инвалид, болезни органов дыхания, возрастные группы, группы инвалидности, уровень, сравнительный анализ.

**Для цитирования:** Пайков А.Ю., Запарий Н.С., Аболь А.В. Характеристика инвалидности взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 9–17. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-9-17>

**Информация об авторах:**

**Пайков Андрей Юрьевич** – к.м.н., заместитель главного эксперта по медико-социальной экспертизе, врач по медико-социальной экспертизе ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Ростовской области» Минтруда России; e-mail: [andrpaikov@gmail.com](mailto:andrpaikov@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9914-4239>.

✉ **Запарий Наталья Сергеевна** – д.м.н., заведующая учебно-организационным отделом Учебно-методологического Центра ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Минтруда России; e-mail: [zapariy\\_N@fbmse.ru](mailto:zapariy_N@fbmse.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7687-763X>.

**Аболь Анна Владимировна** – к.м.н., заместитель руководителя, руководитель экспертных составов, врач по медико-социальной экспертизе ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Ростовской области» Минтруда России; e-mail: [abolav@mail.ru](mailto:abolav@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4340-7340>.

**Characterization of Respiratory Disability in the Adult Population of the Rostov Region**A.Yu. Paikov,<sup>1</sup> N.S. Zapariy,<sup>2</sup> A.V. Abol<sup>1</sup><sup>1</sup>Main Bureau of Medical and Social Expertise in Rostov Region of the Russian Ministry of Labor and Social Protection, 60 Dolomanovsky Lane, Rostov-on-Don, 344082, Russian Federation<sup>2</sup>Federal Bureau of Medical and Social Expertise of the Russian Ministry of Labor and Social Protection, 3 Ivan Susanin Street, Moscow, 127486, Russian Federation

**Summary.** Introduction: Disability resulting from diseases of the respiratory system is a complex problem for the health care and social security systems. The prevalence of chronic lung diseases keeps growing. Our objective was to analyze the rates of initial and recurrent respiratory disability in the adult population of the Rostov Region in 2014–2018 and to compare them with those registered in the Southern Federal District and the Russian Federation. Material and methods: We used information about initial and recurrent respiratory disability in adults from the electronic database of the unified information and analytical system of medical and social expertise of the Rostov Region and digests of the Federal Bureau of Medical and Social Expert Examination of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation for 2014–2018. We applied methods of data copying, descriptive statistics (estimation of extensive and intensive indicators, significance tests (p)), analytical and comparative analysis. Results: The analysis of adult respiratory disability in the Rostov Region in 2014–2018 showed a decrease in the number of adults with initial and recurrent disability. The proportion of initial cases tended to decrease and was similar to the Russian average rate but exceeded that in the Southern Federal District while the proportion of recurrent disability cases increased. The rates of initial respiratory disability in the adult population of the Rostov Region and the Russian Federation were comparable. The regional proportion of young people with respiratory disability was 42.2 % in contrast to the Southern Federal District and the Russian Federation where elderly cases prevailed (42.0 % and 48.7 %, respectively). In terms of severity of disability, grade II disability cases prevailed (50.4 %) in the Rostov Region as opposed to the Southern Federal District and the Russian Federation

with higher proportions of persons with disability grade III (62.3 % and 72.0 %, respectively). The recurrent disability rate showed a rising trend and was higher than the intensive indicator in the Southern Federal District but lower than that in the Russian Federation. The majority of regional cases with recurrent respiratory disability were young and middle-aged (40.5 % and 40.2 %, respectively); the proportion of young cases tended to increase while that of the middle-aged showed a downward trend. In the Southern Federal District and the Russian Federation, most recurrent cases were middle-aged or elderly (37.8 % and 35.3 %) and elderly or middle-aged (39.0 % and 35.1 %), respectively. The rate of recurrent respiratory disability among young people in the Rostov Region was twice as high as in the Southern Federal District and the Russian Federation. In terms of severity of recurrent respiratory disability, grade III disability was most prevalent in all territories but in the Rostov Region its proportion was lower than in the areas of comparison. The proportion of people with grade II disability tended to decrease but was still higher than in the Southern Federal District and the Russian Federation. **Conclusions:** Our findings will allow a more accurate assessment of severity of impairments and vital activity limitations in adults with respiratory disability and help plan appropriate age and sex-specific rehabilitation measures contributing to effective rehabilitation and habilitation actions and successful social integration of a disabled person.

**Keywords:** initial and recurrent disability, disabled person, diseases of the respiratory system, age groups, disability grades, level, comparative analysis.

**For citation:** Paikov AY, Zapariy NS, Abol AV. Characterization of respiratory disability in the adult population of the Rostov Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):9–17. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-9-17>

#### Author information:

Andrey Yu. Paikov, Candidate of Medical Sciences, Deputy Chief Expert for Medical and Social Expertise, Physician for Medical and Social Expertise, Main Bureau of Medical and Social Expertise in the Rostov Region of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation; e-mail: [andrpaikov@gmail.com](mailto:andrpaikov@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9914-4239>.

✉ Natalya S. Zapariy, D.M.Sc., Head of Educational and Organizational Department, Training and Methodological Center, Federal Bureau of Medical and Social Expert Examination of the Russian Ministry of Labor and Social Protection; e-mail: [zapariy\\_N@fbmse.ru](mailto:zapariy_N@fbmse.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7687-763X>.

Anna V. Abol, Candidate of Medical Sciences, Deputy Head, Head of Expert Teams, Physician for Medical and Social Expertise, Main Bureau of Medical and Social Expertise in the Rostov Region of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation; e-mail: [abolav@mail.ru](mailto:abolav@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4340-7340>.

**Введение.** Введение. Инвалидность вследствие болезней органов дыхания является сложной проблемой как для здравоохранения, так и социальной защиты. Распространенность хронических болезней легких не только не уменьшается, но и растет при различных нозологиях<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16</sup> [1–7].

Поэтому изучение особенностей формирования инвалидности вследствие заболеваний органов дыхания<sup>17,18,19</sup> [8–14], поиск новых способов повышения эффективности реабилитации данного контингента инвалидов остается актуальной медико-социальной проблемой<sup>20,21</sup> [15–17].

**Цель исследования** — изучение динамики показателей первичной и повторной инвалидности взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области за 2014–2018 гг. в сравнении с показателями по Южному федеральному округу и Российской Федерации.

**Материалы и методы.** Исследование сплошное, с использованием электронной базы ЕАВИИАС МСЭ ФКУ «ГБ МСЭ по Ростовской области» Минтруда России контингента ВПИ и ППИ вследствие болезней органов дыхания, статистические сборники ФГБУ ФБ МСЭ Минтруда России за 2014–2018 гг. — 10 ед.

<sup>1</sup> Алекса В.И., Шатихин А.И. Практическая пульмонология. М.: Триада-Х, 2005. 696 с.

<sup>2</sup> Овчаренко С.И., Лешенко И.Р. Хроническая обструктивная болезнь легких / Под ред. академика РАН, профессора А.Г. Чучалина. М.: ООО «ГЭОТАР-Медиа», 2016. 201 с.

<sup>3</sup> Пульмонология: клин. рекомендации / гл. ред. А. Г. Чучалин; Рос. респиратор. о-во. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 226 с.

<sup>4</sup> Пульмонология: нац.рук. / гл. ред. А.Г. Чучалин; АСМОК; Рос. респир. о-во, Ассоц. мед. о-в по качеству. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 960 с.

<sup>5</sup> Пульмонология. Национальное руководство. Краткое издание / Под ред. А.Г. Чучалина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 800 с.

<sup>6</sup> Хроническая обструктивная болезнь легких : руководство для практикующих врачей / С. И. Овчаренко, И. В. Лешенко [и др.] / Под ред. А.Г. Чучалина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 192 с. (Серия «Библиотека врача-специалиста»).

<sup>7</sup> Алекса В.И., А.И. Шатихин Практическая пульмонология. М.: Триада-Х, 2005. 696 с.

<sup>8</sup> Даниляк И.Г. Трудный диагноз болезней органов дыхания. М.: Русский врач, 2005. 194 с.

<sup>9</sup> Дворецкий Л.И. Ведение пожилого больного ХОБЛ. М.: Литтерра, 2005. 216 с.

<sup>10</sup> Зильбер Э.К. Неотложная пульмонология: руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 264 с.

<sup>11</sup> Купаев Е.В., Мищенко О.В. Амбулаторная пульмонология: метод. пособие; ГОУВПО «СамГМУ», ФА по здравоохранению и соц. развитию РФ / Под ред. И.Л. Давыдкина. Самара: СОМИАЦ, 2008. 70 с.

<sup>12</sup> Латфуллин И.А., Подольская А.А. Основы диагностики заболеваний органов дыхания: учебник. М.: МЕДпресс-Информ, 2008. 208 с.

<sup>13</sup> Остапенко В.А. и др. Лечение болезней легких. М.: МИА, 2005. 384 с.

<sup>14</sup> Пульмонология: клин. рекомендации / гл. ред. А.Г. Чучалин; Рос. респиратор. о-во. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 226 с.

<sup>15</sup> Пульмонология: нац. рук. / гл. ред. А.Г. Чучалин; АСМОК; Рос. респир. о-во, Ассоц. мед. о-в по качеству. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 960 с.

<sup>16</sup> Респираторная медицина: руководство в 2 т. Т. 1 / Под ред. А.Г. Чучалина; Рос. респираторное общество. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 800 с.

<sup>17</sup> Пузин С.Н. и др. Медико-социальная деятельность: учебник / Под ред. С.Н. Пузина, М.А. Рычковой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 416 с.

<sup>18</sup> Профессиональные заболевания органов дыхания: национальное руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова, А.Г. Чучалина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 792 с. (Серия «Национальные руководства»).

<sup>19</sup> Осадчих А.И., Пузин С.Н. и др. Правовые, организационные и методические основы реабилитации инвалидов. М.: Медицина, 2005. 456 с.

<sup>20</sup> Малявин А.Г., Епифанов В.А., Глазкова И.И. Реабилитация при заболеваниях органов дыхания. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 352 с.

<sup>21</sup> Малявин А.Г. Респираторная медицинская реабилитация: практ. рук. для врачей. М.: Практик. медицина, 2006. 416 с.

Методы исследования: выкопировка сведений, описательная статистика, расчет экстенсивных, интенсивных показателей, показателей достоверности, аналитический и сравнительный анализ.

**Результаты исследования.** Болезни органов дыхания в структуре первичной инвалидности взрослого населения в Ростовской области в 2014 году составляли 1,8 %, затем отмечалось увеличение их доли до 2,2 % в 2015 году, в дальнейшем отмечалось уменьшение до 1,0 % в 2017 году и увеличение до 1,5 % в 2018 году (в среднем – 1,9 %). Удельный вес впервые признанных инвалидами от этих причин в Южном федеральном округе имел колебания от 1,0 % до 1,7 %, в среднем за период 2014–2018 гг. равнялся 1,5 %. В Российской Федерации их доля имела колебания в границах от 1,0 до 2,0 % с тенденцией к уменьшению в динамике, в среднем составляя 1,9 %. Следует отметить, что удельный вес ВПИ в Ростовской области на уровне показателей по Российской Федерации, но выше, чем в Южном федеральном округе.

В Ростовской области в различные годы регистрировалось от 476 до 264 человек, впервые признанных инвалидами вследствие болезней органов дыхания; абсолютное число составляло 19 232 человека, в среднем 385 человек в год. Уровень первичной инвалидности в среднем составлял 1,1 на 10 тыс. взрослого населения. Абсолютное число ВПИ в Южном федеральном округе и РФ составляло 5772 человека и 54 878 человек соответственно, в среднем 1154 и 10 976 человек в год.

Уровень первичной инвалидности в среднем за период 2014–2018 гг. составлял 1,0 и 1,1 на 10 тыс. взрослого населения соответственно (табл. 1).

Анализ структуры первичной инвалидности вследствие болезней органов дыхания по возрастным категориям показал, что отмечались существенные различия в значениях показателей. Так, в Ростовской области наибольший удельный вес составляли инвалиды молодого возраста (18–44 лет). Их доля имела колеба-

ния от 28,4 % до 56,3 % и в среднем составляла 42,2 %. Абсолютное число ВПИ данной возрастной группы составляло 842 человека в среднем 168 человек в год. Уровень первичной инвалидности в среднем составлял 1,0 на 10 тыс. населения соответствующего возраста. В то же время удельный вес инвалидов молодого возраста от этих причин в структуре ВПИ в Южном федеральном округе составлял 25,8 % с уровнем за период 0,5, в Российской Федерации их доля составляла 21,4 % за 2014–2018 гг. с интенсивным показателем, равным 0,5. Таким образом, в структуре первичной инвалидности вследствие болезней органов дыхания лица молодого возраста занимали лидирующие позиции; в Южном ФО и Российской Федерации отмечены наиболее низкие экстенсивные и интенсивные показатели ( $p < 0,05$ ).

В структуре первичной инвалидности вследствие болезней органов дыхания инвалиды среднего возраста занимали второе ранговое место. Их удельный вес в Ростовской области за изучаемый период составлял в среднем 33,3 %, в Южном федеральном округе – 32,2 %, в Российской Федерации – 29,9 %. Экстенсивные показатели по Ростовской области выше, чем Южном федеральном округе и Российской Федерации ( $p < 0,01$ ). В динамике отмечалось уменьшение числа ВПИ данной возрастной группы в Ростовской области со 154 человек до 94 человек, в целом составляло 632 человека (в среднем 126 человек в год). Уровень первичной инвалидности среди данной возрастной группы имел тенденцию к снижению: в Ростовской области – с 2,1 до 1,4, в среднем составлял 1,8; в Южном федеральном округе – с 1,6 до 1,3, в среднем равнялся 1,5; в Российской Федерации – с 1,8 до 1,4, в среднем составлял 1,6 на 10 тыс. соответствующего населения. Интенсивный показатель первичной инвалидности в Ростовской области был выше, чем в Южном федеральном округе и Российской Федерации ( $p < 0,05$ ). Удельный вес инвалидов старше трудоспособного возраста в Ростовской

Таблица 1. Динамика числа впервые признанных инвалидами среди взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области за 2014–2018 гг. (абс. ч., %, на 10 тыс. населения)

**Table 1. Rates of initial respiratory disability in the adult population of the Rostov Region, 2014–2018**  
(n, %, rate per 10,000 population)

| Административные территории / Administrative territories | Годы / Years         |                          |                                        |                      |                          |                                        |                      |                          |                                        |                      |                          |                                        |                      |                          |                                        |                                      |                          |                                        |
|----------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|
|                                                          | 2014                 |                          |                                        | 2015                 |                          |                                        | 2016                 |                          |                                        | 2017                 |                          |                                        | 2018                 |                          |                                        | Среднее значение / Long-term average |                          |                                        |
|                                                          | абс. число, <i>n</i> | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, <i>n</i> | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, <i>n</i> | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, <i>n</i> | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, <i>n</i> | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, <i>n</i>                 | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 |
| Ростовская область / Rostov Region                       | 387                  | 1,8                      | 1,1                                    | 450                  | 2,1                      | 1,3                                    | 476                  | 2,2                      | 1,4                                    | 346                  | 1,8                      | 1,0                                    | 264                  | 1,5                      | 0,8                                    | 385                                  | 1,9                      | 1,1                                    |
| Южный федеральный округ / Southern Federal District      | 1060                 | 1,4                      | 0,9                                    | 1115                 | 1,5                      | 1,0                                    | 1193                 | 1,7                      | 1,1                                    | 1292                 | 1,6                      | 1,0                                    | 1112                 | 1,5                      | 0,8                                    | 1154                                 | 1,5                      | 1,0                                    |
| Российская Федерация / Russian Federation                | 14204                | 1,9                      | 1,2                                    | 13639                | 2,0                      | 1,2                                    | 12988                | 1,9                      | 1,1                                    | 12863                | 1,9                      | 1,1                                    | 1184                 | 61,8                     | 1,0                                    | 10976                                | 1,9                      | 1,1                                    |

**Таблица 2.** Динамика числа впервые признанных инвалидами вследствие болезней органов дыхания с учетом возрастных групп в Ростовской области за 2014–2018 гг. (абс. ч., %, на 10 тыс. населения)

**Table 2.** Rates of initial respiratory disability in the adult population of the Rostov Region by age groups, 2014–2018 (n, %, rate per 10,000 population)

| Территории / Territories                            | Годы / Years                         | Возрастные группы / Age groups |                                |                                                 |                                             |                                |                                                 |                                           |                                |                                                 |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                     |                                      | 18–44 лет / 18–44 years        |                                |                                                 | 45–54 – жен. / women;<br>45–59 – муж. / men |                                |                                                 | ≥ 55 – жен. / women;<br>≥ 60 – муж. / men |                                |                                                 |
|                                                     |                                      | абс. число,<br>n               | уд. вес /<br>proportion<br>(%) | уровень<br>(на 10 тыс.)<br>/ rate per<br>10,000 | абс. число,<br>n                            | уд. вес /<br>proportion<br>(%) | уровень<br>(на 10 тыс.)<br>/ rate per<br>10,000 | абс. число,<br>n                          | уд. вес /<br>proportion<br>(%) | уровень<br>(на 10 тыс.)<br>/ rate per<br>10,000 |
| Ростовская область / Rostov Region                  | 2014                                 | 152                            | 39,3                           | 0,9                                             | 139                                         | 35,9                           | 1,9                                             | 96                                        | 24,8                           | 0,9                                             |
|                                                     | 2015                                 | 202                            | 44,9                           | 1,2                                             | 154                                         | 34,2                           | 2,1                                             | 94                                        | 20,9                           | 0,9                                             |
|                                                     | 2016                                 | 268                            | 56,3                           | 1,6                                             | 126                                         | 26,5                           | 1,8                                             | 82                                        | 17,2                           | 0,7                                             |
|                                                     | 2017                                 | 145                            | 41,9                           | 0,9                                             | 119                                         | 34,4                           | 1,7                                             | 82                                        | 23,7                           | 0,7                                             |
|                                                     | 2018                                 | 75                             | 28,4                           | 0,5                                             | 94                                          | 35,6                           | 1,4                                             | 95                                        | 36,0                           | 0,8                                             |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 168                            | 42,2                           | 1,0                                             | 126                                         | 33,3                           | 1,8                                             | 90                                        | 24,5                           | 0,8                                             |
| Южный федеральный округ / Southern Federal District | 2014                                 | 231                            | 21,8                           | 0,4                                             | 381                                         | 35,9                           | 1,6                                             | 448                                       | 42,3                           | 1,3                                             |
|                                                     | 2015                                 | 310                            | 27,8                           | 0,6                                             | 372                                         | 33,4                           | 1,6                                             | 433                                       | 38,8                           | 1,2                                             |
|                                                     | 2016                                 | 385                            | 32,3                           | 0,7                                             | 355                                         | 29,8                           | 1,5                                             | 453                                       | 38,0                           | 1,3                                             |
|                                                     | 2017                                 | 349                            | 26,7                           | 0,6                                             | 404                                         | 31,3                           | 1,5                                             | 543                                       | 42,0                           | 1,3                                             |
|                                                     | 2018                                 | 226                            | 20,3                           | 0,4                                             | 341                                         | 30,7                           | 1,3                                             | 545                                       | 49,0                           | 1,2                                             |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 300                            | 25,8                           | 0,54                                            | 371                                         | 32,2                           | 1,5                                             | 484                                       | 42,0                           | 1,3                                             |
| Российская Федерация / Russian Federation           | 2014                                 | 2770                           | 19,5                           | 0,5                                             | 4604                                        | 32,4                           | 1,8                                             | 6830                                      | 48,1                           | 2,0                                             |
|                                                     | 2015                                 | 3018                           | 22,1                           | 0,5                                             | 4177                                        | 30,5                           | 1,7                                             | 6444                                      | 47,2                           | 1,8                                             |
|                                                     | 2016                                 | 2948                           | 22,7                           | 0,5                                             | 3955                                        | 30,5                           | 1,6                                             | 6085                                      | 46,9                           | 1,7                                             |
|                                                     | 2017                                 | 2777                           | 21,6                           | 0,5                                             | 3702                                        | 28,8                           | 1,5                                             | 6384                                      | 46,9                           | 1,7                                             |
|                                                     | 2018                                 | 2492                           | 21,0                           | 0,4                                             | 3211                                        | 27,1                           | 1,4                                             | 6143                                      | 51,9                           | 1,6                                             |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 2801                           | 21,4                           | 0,5                                             | 3930                                        | 29,9                           | 1,6                                             | 6377                                      | 48,7                           | 1,8                                             |

области наименьший (в среднем составлял 24,5 %), но необходимо отметить, что их удельный вес в Южном федеральном округе и РФ был наибольшим и составлял 42,0 % и 48,7 % соответственно.

Уровень первичной инвалидности вследствие болезней органов дыхания среди лиц старше трудоспособного возраста в Ростовской области наименьший – 0,8 на 10 тыс. населения соответствующего возраста. В Южном федеральном округе интенсивный показатель в среднем равнялся 1,3, в Российской Федерации – 1,8, что выше показателя по Ростовской области (табл. 2).

Изучение структуры ВПИ вследствие болезней органов дыхания по тяжести инвалидности выявило преобладание в Ростовской области инвалидов II группы, в то же время в Южном федеральном округе и Российской Федерации – преобладание инвалидов III группы. В Ростовской области удельный вес инвалидов II группы имел колебания от 39,9 % до 58,0 % и в среднем составлял 50,4 % со среднемноголетним уровнем, равным 0,54 на 10 тыс. взрослого населения. В Южном федеральном округе удельный вес инвалидов II группы значительно ниже, регистрировался в границах 26,0–43,2 %, в среднем составляя 36,1 %, что ниже, чем в регионе ( $p < 0,05$ ). Уровень инвалидности II группы варьировал от 0,4 до 0,2, в среднем составляя 0,34 на 10 тыс. взрослого населения, что также ниже, чем в Ростовской области (0,54) ( $p < 0,05$ ).

Как следует из табл. 3, в Российской Федерации доля инвалидов II группы наименьшая, в среднем составляла 26,5 %, с уровнем первичной инвалидности 0,3 на 10 тыс. взрослого населения, что также ниже экстенсивных и интенсивных показателей по Южному федеральному округу и Ростовской области ( $p < 0,05$ ).

Инвалиды III группы в структуре ВПИ в Ростовской области в целом составляли за 2014–2018 гг. 912 человек, в среднем 182 человека в год. Их удельный вес имел колебания от 40,9 % до 58,7 %, в среднем составляя 48,8 % (второе ранговое место). Уровень первичной инвалидности III группы варьировал от 0,6 до 0,4, в среднем равнялся 0,54 на 10 тыс. взрослого населения. В Южном федеральном округе инвалиды III группы в структуре ВПИ занимали первое ранговое место. Их удельный вес варьировал от 54,9 % до 72,5 % с тенденцией к увеличению, в среднем он составлял 62,3 % со средним уровнем, равным 0,58 на 10 тыс. взрослого населения.

Значительно меньшее число в структуре ВПИ вследствие болезней органов дыхания составляли инвалиды I группы. Общее их число по Ростовской области за 2014–2018 гг. составляло 15 человек, в среднем 3 человека в год. Их удельный вес составлял 0,78 % в среднем за изучаемый период со средним интенсивным показателем, равным 0,008. Удельный вес инвалидов I группы также незначителен, в Южном федеральном округе – 1,6 %, в Российской

Федерации — 1,5 % с уровнем, равным 0,04 и 0,01 на 10 тыс. взрослого населения.

Абсолютное число повторно признанных инвалидами вследствие болезней органов дыхания как в Ростовской области, так и в Южном федеральном округе и Российской Федерации в динамике за 2014–2018 гг. уменьшилось. Повторно признанных инвалидами от этих причин в Ростовской области 6452 человека, в среднем 1290 человек в год. Их доля в структуре ППИ составляла в среднем 2,2 %. Уровень повторной инвалидности уменьшился от  $4,1 \pm 0,12$  до  $3,2 \pm 0,14$ , в среднем составляя  $3,7 \pm 0,13$  на 10 тыс. взрослого населения. Удельный вес инвалидов вследствие болезней органов дыхания в Южном ФО увеличился от 1,8 % до 2,0 %, в среднем составляя 1,9 %. Уровень повторной инвалидности варьировал

в границах  $2,9 \pm 0,08$  —  $2,4 \pm 0,07$ , в среднем составлял  $2,7 \pm 0,07$ , что ниже показателя по Ростовской области ( $p < 0,05$ ).

В Российской Федерации удельный вес ППИ в среднем составлял 2,4 %, что выше экстенсивных показателей по региону и округу ( $p < 0,01$ ) (табл. 4). Уровень повторной инвалидности регистрировался со снижением от  $3,3 \pm 0,02$  в 2014 году до  $2,3 \pm 0,03$  в 2018 году, в среднем составляя  $2,8 \pm 0,02$  на 10 тыс. взрослого населения, что ниже показателя по Ростовской области и выше, чем в Южном федеральном округе ( $p < 0,05$ ).

Изучение структуры повторной инвалидности вследствие болезней органов дыхания взрослого населения показало, что отмечаются различия в значениях показателей среди возрастных групп в указанных территориях. Так,

**Таблица 3. Число впервые признанных инвалидами вследствие болезней органов дыхания с учетом группы инвалидности за 2014–2018 гг. в Ростовской области в сравнении с Российской Федерацией и Южным федеральным округом (абс. ч., %, на 10 тыс. населения)**

**Table 3. Rates of initial respiratory disability in the adult population of the Rostov Region by disability grades compared to those in the Russian Federation and the Southern Federal District, 2014–2018 (n, %, rate per 10,000 population)**

| Административные территории / Administrative territories | Показатели / Rates                     | Годы / Years                            |      |       |                                         |       |      |                                         |      |      |                                         |      |      |                                         |      |      |                                         |      |      |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|------|-------|-----------------------------------------|-------|------|-----------------------------------------|------|------|-----------------------------------------|------|------|-----------------------------------------|------|------|-----------------------------------------|------|------|
|                                                          |                                        | 2014                                    |      |       | 2015                                    |       |      | 2016                                    |      |      | 2017                                    |      |      | 2018                                    |      |      | Среднее значение / Long-term average    |      |      |
|                                                          |                                        | Группы инвалидности / Disability grades |      |       | Группы инвалидности / Disability grades |       |      | Группы инвалидности / Disability grades |      |      | Группы инвалидности / Disability grades |      |      | Группы инвалидности / Disability grades |      |      | Группы инвалидности / Disability grades |      |      |
|                                                          |                                        | I                                       | II   | III   | I                                       | II    | III  | I                                       | II   | III  | I                                       | II   | III  | I                                       | II   | III  | I                                       | II   | III  |
| Ростовская область / Rostov Region                       | абс. число, n                          | 3                                       | 221  | 163   | 5                                       | 261   | 184  | 3                                       | 269  | 204  | 2                                       | 138  | 206  | 2                                       | 107  | 155  | 3                                       | 199  | 182  |
|                                                          | уд. вес / proportion (%)               | 0,8                                     | 57,1 | 42,1  | 1,1                                     | 58,0  | 40,9 | 0,6                                     | 56,5 | 42,9 | 0,6                                     | 39,9 | 59,5 | 0,8                                     | 40,5 | 58,7 | 0,78                                    | 50,4 | 48,8 |
|                                                          | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | 0,009                                   | 0,6  | 0,5   | 0,01                                    | 0,7   | 0,5  | 0,009                                   | 0,8  | 0,6  | 0,006                                   | 0,4  | 0,6  | 0,006                                   | 0,3  | 0,5  | 0,008                                   | 0,54 | 0,54 |
| Южный федеральный округ / Southern Federal District      | абс. число, n                          | 20                                      | 458  | 582   | 14                                      | 478   | 623  | 24                                      | 480  | 689  | 17                                      | 363  | 912  | 17                                      | 289  | 806  | 18                                      | 414  | 722  |
|                                                          | уд. вес / proportion (%)               | 1,9                                     | 43,2 | 54,9  | 1,3                                     | 42,9  | 55,9 | 2,0                                     | 40,2 | 57,8 | 1,3                                     | 28,1 | 70,6 | 1,5                                     | 26,0 | 72,5 | 1,6                                     | 36,1 | 62,3 |
|                                                          | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | 0,05                                    | 0,4  | 0,5   | 0,04                                    | 0,4   | 0,5  | 0,06                                    | 0,4  | 0,6  | 0,04                                    | 0,3  | 0,7  | 0,04                                    | 0,2  | 0,6  | 0,04                                    | 0,34 | 0,58 |
| Российская Федерация / Russian Federation                | абс. число, n                          | 192                                     | 3902 | 10110 | 184                                     | 38,35 | 9620 | 168                                     | 3344 | 9476 | 190                                     | 3202 | 9471 | 218                                     | 3098 | 8530 | 190                                     | 3496 | 3441 |
|                                                          | уд. вес / proportion (%)               | 1,4                                     | 27,5 | 71,2  | 1,3                                     | 28,1  | 70,5 | 1,3                                     | 25,7 | 73,0 | 1,5                                     | 24,9 | 73,6 | 1,8                                     | 26,2 | 72,0 | 1,5                                     | 26,5 | 72,0 |
|                                                          | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | 0,01                                    | 0,3  | 0,9   | 0,01                                    | 0,3   | 0,8  | 0,01                                    | 0,3  | 0,8  | 0,01                                    | 0,3  | 0,8  | 0,01                                    | 0,3  | 0,7  | 0,01                                    | 0,3  | 0,8  |

**Таблица 4. Показатели повторной инвалидности взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области в сравнении с показателями по Южному федеральному округу и РФ за 2014–2018 гг. (абс. ч., %, на 10 тыс. населения;  $M \pm m$ )**

**Table 4. Rates of recurrent respiratory disability in the adult population of the Rostov Region compared to those in the Southern Federal District and the Russian Federation, 2014–2018 (n, %, rate per 10,000 population;  $M \pm m$ )**

| Годы / Years                         | Территории / Territories           |                          |                                        |                                                     |                          |                                        |                                           |                          |                                        |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|
|                                      | Ростовская область / Rostov Region |                          |                                        | Южный федеральный округ / Southern Federal District |                          |                                        | Российская Федерация / Russian Federation |                          |                                        |
|                                      | абс. число, n                      | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, n                                       | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, n                             | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 |
| 2014                                 | 1343                               | 2,0                      | $3,8 \pm 0,13$                         | 3320                                                | 1,9                      | $2,9 \pm 0,08$                         | 38725                                     | 2,6                      | $3,3 \pm 0,02$                         |
| 2015                                 | 1372                               | 2,1                      | $3,9 \pm 0,13$                         | 3117                                                | 1,8                      | $2,7 \pm 0,07$                         | 35696                                     | 2,5                      | $3,0 \pm 0,02$                         |
| 2016                                 | 1437                               | 2,3                      | $4,1 \pm 0,12$                         | 2954                                                | 1,8                      | $2,6 \pm 0,08$                         | 33379                                     | 2,4                      | $2,8 \pm 0,02$                         |
| 2017                                 | 1198                               | 2,2                      | $3,5 \pm 0,13$                         | 3591                                                | 2,0                      | $2,7 \pm 0,07$                         | 30505                                     | 2,3                      | $2,6 \pm 0,03$                         |
| 2018                                 | 1102                               | 2,3                      | $3,2 \pm 0,14$                         | 3223                                                | 2,0                      | $2,4 \pm 0,07$                         | 27124                                     | 2,3                      | $2,3 \pm 0,03$                         |
| Среднее значение / Long-term average | 1290                               | 2,2                      | $3,7 \pm 0,13$                         | 3241                                                | 1,9                      | $2,7 \pm 0,07$                         | 33086                                     | 2,4                      | $2,8 \pm 0,02$                         |

в Ростовской области лидирующую позицию занимали в структуре ППИ инвалиды молодого и среднего возрастов, в Южном ФО — среднего и пенсионного возрастов, в РФ — пенсионного и среднего возрастов.

Как следует из данных табл. 5, в Ростовской области число инвалидов молодого возраста ППИ составляло 2601 человек, в среднем 520 человек в год. Их удельный вес имел тенденцию к увеличению с 36,6 % до 42,9 %, в среднем составляя 40,5 %.

Уровень повторной инвалидности среди данной возрастной группы имел колебания от  $2,9 \pm 0,2$  до  $3,5 \pm 0,2$ , в среднем составлял  $3,2 \pm 0,2$  на 10 тыс. населения соответствующего возраста. В Южном федеральном округе инвалиды данного возраста в структуре ППИ составляли наименьшую долю. Их удельный вес в динамике имел тенденцию к увеличению от 14,3 % до 28,3 %, в среднем составляя 27,0 %, что на 33,3 % ниже, чем в Ростовской области. Уровень повторной инвалидности был стабилен и составлял в среднем  $1,5 \pm 0,02$  на 10 тыс. населения соответствующего возраста. В Российской Федерации инвалиды молодого возраста (18–44 лет) также составляли наименьшую долю, в динамике имела тенденция к увеличению с 23,9 % до 27,1 %, их удельный вес в среднем составлял 26,0 %, что ниже экстенсивных показателей по Ростовской области и Южному ФО. Уровень повторной инвалидности данной возрастной группы был стабилен, составлял  $1,5 \pm 0,04$  на 10 тыс. населения соответствующего возраста и регистрировался на уровне

интенсивного показателя по Южному ФО и в 2 раза ниже, чем в Ростовской области ( $p < 0,05$ ).

Инвалиды среднего возраста (45 лет — женщины; 45–59 лет — мужчины) в структуре ППИ вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области составляли 40,2 % (с тенденцией к уменьшению с 44,1 % до 37,6 %) с уровнем, в среднем равным  $7,3 \pm 0,2$  на 10 тыс. населения соответствующего возраста, с тенденцией к снижению с  $8,0 \pm 0,2$  до  $6,1 \pm 0,2$ . Общее число ППИ составляло 2604 человека, в среднем 521 человек в год. Инвалиды данного возраста в Южном ФО занимали первое ранговое место, их удельный вес в динамике имел тенденцию к уменьшению с 39,1 % до 35,7 %, в среднем он составлял 37,8 %. Уровень повторной инвалидности характеризовался снижением от  $5,4 \pm 0,1$  до  $4,4 \pm 0,1$ , в среднем равнялся  $5,0 \pm 0,1$  на 10 тыс. соответствующего населения. В РФ инвалиды данной возрастной группы в структуре ППИ занимали второе ранговое место, в динамике отмечалось уменьшение их удельного веса с 39,5 % до 31,1 %, в среднем он составлял 35,1 %, со снижением уровня повторной инвалидности с  $6,1 \pm 0,04$  до  $3,5 \pm 0,05$ , в среднем равного показателю  $4,8 \pm 0,05$  на 10 тыс. населения соответствующего возраста.

Инвалиды пенсионного возраста в структуре ППИ в Ростовской области составляли наименьшую долю, в среднем равную 19,3 %, со снижением уровня повторной инвалидности от  $2,5 \pm 0,3$  до  $1,9 \pm 0,3$ , в среднем составлял  $2,2 \pm 0,3$  на 10 тыс. соответствующего населения.

**Таблица 5. Структура контингента повторно признанных инвалидов вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области в сравнении с Южным федеральным округом, Российской Федерацией за 2014–2018 гг. (абс. ч., %, на 10 тыс. населения;  $M \pm m$ )**

**Table 5. Age and sex distribution of adult cases of recurrent respiratory disability in the Rostov Region in comparison with the Southern Federal District and the Russian Federation, 2014–2018 (n, %, rate per 10,000 population;  $M \pm m$ )**

| Территории / Territories                            | Годы / Years                         | Возрастные группы / Age groups |                          |                                        |                                           |                          |                                        |                                         |                          |                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|
|                                                     |                                      | 18–44 лет / 18–44 years        |                          |                                        | 45–54 – жен./ women;<br>45–59 – муж./ men |                          |                                        | ≥ 55 – жен./ women;<br>≥ 60 – муж./ men |                          |                                        |
|                                                     |                                      | абс. число, n                  | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, n                             | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, n                           | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 |
| Ростовская область / Rostov Region                  | 2014                                 | 491                            | 36,6                     | $2,9 \pm 0,2$                          | 592                                       | 44,1                     | $8,0 \pm 0,2$                          | 260                                     | 19,4                     | $2,4 \pm 0,3$                          |
|                                                     | 2015                                 | 550                            | 40,1                     | $3,3 \pm 0,2$                          | 548                                       | 39,9                     | $7,6 \pm 0,2$                          | 274                                     | 20,0                     | $2,5 \pm 0,3$                          |
|                                                     | 2016                                 | 582                            | 40,5                     | $3,5 \pm 0,2$                          | 586                                       | 40,8                     | $8,3 \pm 0,2$                          | 269                                     | 18,7                     | $2,4 \pm 0,3$                          |
|                                                     | 2017                                 | 505                            | 42,2                     | $3,1 \pm 0,2$                          | 464                                       | 38,7                     | $6,7 \pm 0,2$                          | 229                                     | 19,1                     | $2,0 \pm 0,3$                          |
|                                                     | 2018                                 | 473                            | 42,9                     | $3,0 \pm 0,2$                          | 414                                       | 37,6                     | $6,1 \pm 0,2$                          | 215                                     | 19,5                     | $1,9 \pm 0,3$                          |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 520                            | 40,5                     | $3,2 \pm 0,2$                          | 521                                       | 40,2                     | $7,3 \pm 0,2$                          | 249                                     | 19,3                     | $2,2 \pm 0,3$                          |
| Южный федеральный округ / Southern Federal District | 2014                                 | 807                            | 24,3                     | $1,5 \pm 0,02$                         | 1298                                      | 39,1                     | $5,4 \pm 0,1$                          | 1215                                    | 36,6                     | $3,5 \pm 0,1$                          |
|                                                     | 2015                                 | 835                            | 26,8                     | $1,5 \pm 0,02$                         | 1176                                      | 37,7                     | $5,0 \pm 0,1$                          | 1106                                    | 35,5                     | $3,1 \pm 0,1$                          |
|                                                     | 2016                                 | 845                            | 28,6                     | $1,6 \pm 0,02$                         | 1117                                      | 37,8                     | $4,8 \pm 0,1$                          | 992                                     | 33,6                     | $2,8 \pm 0,1$                          |
|                                                     | 2017                                 | 964                            | 26,8                     | $1,5 \pm 0,02$                         | 1386                                      | 38,6                     | $5,2 \pm 0,1$                          | 1241                                    | 34,6                     | $2,9 \pm 0,1$                          |
|                                                     | 2018                                 | 912                            | 28,3                     | $1,5 \pm 0,02$                         | 1151                                      | 35,7                     | $4,4 \pm 0,1$                          | 1160                                    | 36,0                     | $2,6 \pm 0,1$                          |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 873                            | 27,0                     | $1,5 \pm 0,02$                         | 1226                                      | 37,8                     | $5,0 \pm 0,1$                          | 1143                                    | 35,3                     | $3,0 \pm 0,1$                          |
| Российская Федерация / Russian Federation           | 2014                                 | 9244                           | 23,9                     | $1,6 \pm 0,04$                         | 15292                                     | 39,5                     | $6,1 \pm 0,04$                         | 14189                                   | 36,6                     | $4,2 \pm 0,04$                         |
|                                                     | 2015                                 | 9074                           | 25,4                     | $1,6 \pm 0,04$                         | 13327                                     | 37,3                     | $5,4 \pm 0,04$                         | 13295                                   | 37,2                     | $3,8 \pm 0,04$                         |
|                                                     | 2016                                 | 8632                           | 25,9                     | $1,5 \pm 0,04$                         | 11676                                     | 35,0                     | $4,8 \pm 0,05$                         | 13071                                   | 39,2                     | $3,6 \pm 0,04$                         |
|                                                     | 2017                                 | 8269                           | 27,1                     | $1,5 \pm 0,04$                         | 9933                                      | 32,6                     | $4,1 \pm 0,05$                         | 12303                                   | 40,3                     | $3,4 \pm 0,04$                         |
|                                                     | 2018                                 | 7325                           | 27,0                     | $1,3 \pm 0,04$                         | 8437                                      | 31,1                     | $3,5 \pm 0,05$                         | 11362                                   | 41,9                     | $3,0 \pm 0,04$                         |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 8502                           | 26,0                     | $1,5 \pm 0,04$                         | 11733                                     | 35,1                     | $4,8 \pm 0,05$                         | 12844                                   | 39,0                     | $3,6 \pm 0,04$                         |

В Южном ФО лица пенсионного возраста ППИ занимали второе ранговое место в структуре повторно признанных инвалидами вследствие болезней органов дыхания. Удельный вес данного контингента инвалидов в среднем составлял 35,3 %, уровень повторной инвалидности –  $3,0 \pm 0,1$  на 10 тыс. соответствующего населения, что выше интенсивного показателя среди данной возрастной группы по Ростовской области ( $p < 0,05$ ). В Российской Федерации инвалиды пенсионного возраста от этих причин занимали в структуре ППИ лидирующую позицию. Их доля в среднем составляла 39,0 % с тенденцией к ее увеличению в динамике с 36,6 % до 41,9 % со среднескользящим показателем повторной инвалидности  $3,6 \pm 0,04$  на 10 тыс. соответствующего населения, что выше показателей по Российской Федерации и Южному ФО ( $p < 0,05$ ).

Изучение структуры взрослого населения ППИ вследствие болезней органов дыхания по группам инвалидности выявило преобладание инвалидов III группы. В динамике их удельный вес в Ростовской области имел тенденцию к увеличению с 47,3 % до 54,3 %, в среднем за период составлял 50,4 %. Абсолютное их число составляло 3243 человека, в среднем 649 человек в год. Уровень повторной инвалидности III группы имел колебания в границах 2,1–1,8, в среднем равнялся 1,9 на 10 тыс. взрослого населения. В Южном федеральном округе доля инвалидов III группы в структуре ППИ в динамике характеризовалась увеличением с 57,6 % до 67,0 %, в среднем составляла 61,1 %, что выше экстенсивных показателей по Ростовской области

( $p < 0,05$ ). Уровень повторной инвалидности III группы в округе составлял 1,6 на 10 тыс. взрослого населения и был ниже чем по Ростовской области ( $p < 0,01$ ). В РФ отмечалась аналогичная ситуация, удельный вес инвалидов III группы составил 66,5 %, что выше экстенсивных показателей по региону и округу ( $p < 0,05$ ). Уровень повторной инвалидности данного контингента инвалидов в динамике имел тенденцию к снижению с 2,2 до 1,6, в среднем составлял 1,9 на 10 тыс. взрослого населения, и был на уровне показателя по Ростовской области и выше, чем в Южном ФО.

Второе ранговое место в структуре повторно признанных инвалидами занимали инвалиды II группы. Абсолютное их число в Ростовской области уменьшилось с 695 человек до 497 человек в год за период 2014–2018 гг. и в целом составляло 3170 человек, в среднем 634 человека в год. Их доля в структуре повторно признанных инвалидами в динамике уменьшилась с 51,7 % до 45,1 % и в среднем составляла 48,9 %. Уровень повторной инвалидности II группы имел тенденцию к снижению с 2,0 до 1,4 и в среднем равнялся 1,8 на 10 тыс. взрослого населения. В Южном федеральном округе удельный вес инвалидов II группы вследствие болезней органов дыхания имел тенденцию к уменьшению с 41,7 % до 31,5 % и в среднем составлял 37,6 %, что значительно ниже, чем показатель по Ростовской области ( $p < 0,05$ ).

Уровень повторной инвалидности II группы в округе снизился с 1,2 до 0,8 и в среднем составлял 1,0 на 10 тыс. взрослого населения. В Российской Федерации удельный вес инвалидов

**Таблица 6. Структура контингента повторно признанных инвалидов вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области в сравнительном аспекте с учетом тяжести инвалидности за 2014–2018 гг.**  
(абс. ч., %, на 10 тыс. населения;  $M \pm m$ )

**Table 6. Distribution of adult cases of recurrent respiratory disability in the Rostov Region by disability grades in comparison with the Southern Federal District and the Russian Federation, 2014–2018 (*n*, %, rate per 10,000 population;  $M \pm m$ )**

| Территории / Territories                            | Годы / Years                         | Группы инвалидности / Disability grades |                          |                                        |                      |                          |                                        |                      |                          |                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------|
|                                                     |                                      | I                                       |                          |                                        | II                   |                          |                                        | III                  |                          |                                        |
|                                                     |                                      | абс. число, <i>n</i>                    | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, <i>n</i> | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 | абс. число, <i>n</i> | уд. вес / proportion (%) | уровень (на 10 тыс.) / rate per 10,000 |
| Ростовская область / Rostov Region                  | 2014                                 | 13                                      | 1,0                      | 0,04                                   | 695                  | 51,7                     | 2,0                                    | 635                  | 47,3                     | 1,8                                    |
|                                                     | 2015                                 | 7                                       | 0,5                      | 0,02                                   | 681                  | 49,6                     | 2,0                                    | 689                  | 49,9                     | 2,0                                    |
|                                                     | 2016                                 | 8                                       | 0,6                      | 0,02                                   | 718                  | 50,0                     | 2,1                                    | 711                  | 49,5                     | 2,1                                    |
|                                                     | 2017                                 | 9                                       | 0,8                      | 0,03                                   | 579                  | 48,3                     | 1,7                                    | 610                  | 50,9                     | 1,8                                    |
|                                                     | 2018                                 | 7                                       | 0,6                      | 0,02                                   | 497                  | 45,1                     | 1,4                                    | 598                  | 54,3                     | 1,7                                    |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 9                                       | 0,7                      | 0,03                                   | 634                  | 48,9                     | 1,8                                    | 649                  | 50,4                     | 1,9                                    |
| Южный федеральный округ / Southern Federal District | 2014                                 | 43                                      | 1,3                      | 0,03                                   | 1384                 | 41,7                     | 1,2                                    | 1893                 | 57,0                     | 1,7                                    |
|                                                     | 2015                                 | 41                                      | 1,3                      | 0,03                                   | 1282                 | 41,1                     | 1,1                                    | 1794                 | 57,6                     | 1,6                                    |
|                                                     | 2016                                 | 41                                      | 1,4                      | 0,03                                   | 1207                 | 40,9                     | 1,1                                    | 1706                 | 57,8                     | 1,5                                    |
|                                                     | 2017                                 | 40                                      | 1,1                      | 0,03                                   | 1183                 | 32,9                     | 0,9                                    | 2368                 | 65,9                     | 1,8                                    |
|                                                     | 2018                                 | 49                                      | 1,5                      | 0,03                                   | 1014                 | 31,5                     | 0,8                                    | 2160                 | 67,0                     | 1,6                                    |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 43                                      | 1,3                      | 0,03                                   | 1214                 | 37,6                     | 1,0                                    | 1984                 | 61,1                     | 1,6                                    |
| Российская Федерация / Russian Federation           | 2014                                 | 552                                     | 1,4                      | 0,04                                   | 12531                | 32,4                     | 1,1                                    | 23642                | 66,2                     | 2,2                                    |
|                                                     | 2015                                 | 569                                     | 1,6                      | 0,04                                   | 11518                | 32,3                     | 1,0                                    | 23609                | 66,1                     | 2,0                                    |
|                                                     | 2016                                 | 468                                     | 1,4                      | 0,03                                   | 10692                | 32,0                     | 0,9                                    | 22219                | 66,6                     | 1,9                                    |
|                                                     | 2017                                 | 531                                     | 1,7                      | 0,04                                   | 9794                 | 32,1                     | 0,8                                    | 20180                | 66,2                     | 1,7                                    |
|                                                     | 2018                                 | 530                                     | 2,0                      | 0,04                                   | 8374                 | 30,9                     | 0,7                                    | 18220                | 67,2                     | 1,6                                    |
|                                                     | Среднее значение / Long-term average | 530                                     | 1,6                      | 0,04                                   | 10582                | 31,9                     | 0,9                                    | 21974                | 66,5                     | 1,9                                    |

II группы уменьшался с 32,4 % до 30,9 % и в среднем составлял 31,9 %, что ниже экстенсивных показателей по Ростовской области и Южному Федеральному округу ( $p < 0,05$ ). Уровень II группы также характеризовался снижением с 1,1 до 0,7 и в среднем составлял 0,9 на 10 тыс. взрослого населения, и также имел высокий показатель по региону и округу.

Наименьшую долю в структуре повторно признанных инвалидами составляли инвалиды I группы, так, в Ростовской области их доля составляла 0,7 % с уровнем 0,03 на 10 тыс. взрослого населения. В Южном федеральном округе их доля выше и в среднем за период составляла 1,3 % с уровнем повторной инвалидности 0,03 на 10 тыс. взрослого населения. В Российской Федерации доля данного контингента инвалидов составляла 1,6 % с уровнем, равным 0,04 на 10 тыс. взрослого населения.

#### Заключение

Инвалидность взрослого населения вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области характеризовалась:

- уменьшением числа лиц ВПИ и ППИ в динамике за 2014–2018 гг.;

- удельный вес лиц в структуре ВПИ имел тенденцию к уменьшению и был на уровне показателя по РФ, но выше, чем в Южном ФО, а в структуре ППИ имел тенденцию к увеличению;

- уровень первичной инвалидности вследствие болезней органов дыхания взрослого населения составлял 1,1 на 10 тыс. взрослого населения и регистрировался на уровне показателя по Российской Федерации;

- в структуре ВПИ преобладали инвалиды молодого возраста (18–44 лет) – 42,2 %, в отличие от Южного федерального округа и РФ, где преобладали инвалиды старше трудоспособного возраста (42,0 % и 48,7 % соответственно);

- по тяжести инвалидности в Ростовской области преобладали инвалиды II группы – 50,4 %, в Южном федеральном округе и Российской Федерации – инвалиды III группы (62,3 % и 72,0 % соответственно);

- уровень повторной инвалидности имел тенденцию к росту и составлял 2,2 на 10 тыс. взрослого населения и был выше интенсивного показателя по Южному ФО, но ниже чем в РФ;

- в структуре ППИ вследствие болезней органов дыхания преобладали инвалиды молодого и среднего возрастов (40,5 % и 40,2 %) с тенденцией к увеличению удельного веса инвалидов молодого возраста и уменьшению доли инвалидов среднего возраста, в Южном ФО – среднего и пенсионного возрастов (37,8 % и 35,3 % соответственно), в РФ – пенсионного и среднего возрастов – 39,0 % и 35,1 % соответственно;

- уровень повторной инвалидности среди лиц молодого возраста в 2 раза превышал уровень повторной инвалидности среди данной возрастной группы в Южном ФО и РФ; по тяжести повторной инвалидности вследствие болезней органов дыхания преобладали инвалиды III группы, как в Южном ФО и РФ, но их удельный вес был ниже, чем Южном ФО и РФ;

– удельный вес инвалидов II группы имел тенденцию к уменьшению, но был выше, чем в Южном ФО и РФ.

Результаты представленного анализа по изучению показателей первичной и повторной инвалидности вследствие болезней органов дыхания в Ростовской области за 2014–2018 гг. позволят более точно проводить оценку степени выраженности нарушенных функций и структур организма с определением ограничения жизнедеятельности организма человека и запланировать необходимый объем реабилитационных мероприятий с учетом гендерно-возрастных характеристик лиц с указанной патологией, что в свою очередь будет способствовать проведению эффективных мер реабилитации и абилитации инвалида с интеграцией инвалида в общество.

**Информация о вкладе авторов:** Запарий Н.С. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Пайков А.Ю., Аболь А.В. – сбор и обработка материала, написание текста.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы

1. Шургая М.А., Меметов С.С., Иванова Т.А. и др. Медико-социальные аспекты демографической ситуации в России // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2017. Т. 20. № 4. С. 214–220.
2. Шургая М.А. Инвалидность вследствие класса болезней органов дыхания у граждан пожилого возраста // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2017. Т. 20. № 2. С. 69–74.
3. Каретникова В.М., Петрунько И.Л. Структура первичной инвалидности вследствие хронических обструктивных болезней легких у взрослого населения Иркутской области // Вестник медицинского стоматологического института. 2015. № 1 (32). С. 29–31.
4. Дымочка М.А., Веригина Н.Б. Первичная инвалидность взрослого населения в Российской Федерации за период 2012–2017 гг. (информационно-аналитический материал) // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2018. № 2. С. 8–17.
5. Дымочка М.А., Гришина Л.П. Анализ показателей инвалидности взрослого населения в Российской Федерации в динамике за 2011–2015 гг. // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2016. № 4. С. 97–102.
6. Веригина Н.Б., Красновская Е.С., Волкова З.М. Сравнительный анализ динамики уровня первичной инвалидности вследствие основных классов болезней у взрослого населения в Российской Федерации и ее округах за 2016–2017 гг. (информационно-аналитический материал) // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2018. № 2. С. 17–26.
7. Дмитриенко Л.Б., Сергеева О.В., Косенкова Т.В. Системный анализ современных тенденций развития и условий проведения медико-социальной экспертизы // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017. Т. 16. № 4. С. 967–971.
8. Пузин С.Н., Дымочка М.А., Бойцов С.А. и др. Эпидемиологическая картина инвалидности у различных демографических контингентов населения в Российской Федерации в аспекте социальной политики государства // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2018. Т. 21. № 1–2. С. 50–54.
9. Пузин С.Н., Шургая М.А., Меметов С.С. и др. Инвалидность в XXI веке. Состояние проблемы

- медико-социальной реабилитации и абилитации инвалидов в современной России // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2018. Т. 21, № 1-2. С. 10–17.
10. Заболотных И.И., Никитенко И.И., Разумовский М.И. и др. Обязательные диагностические исследования при медико-социальной экспертизе. Санкт-Петербург: СпецЛит, 2013. 102 с.
  11. Шестаков, В.П., Лебедева Н.Н., Свинцов А.А. и др. Стандартизация мероприятий и услуг в области медико-социальной-реабилитации инвалидов // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2011. № 1. С. 6–9.
  12. Кузьмишин Л.Е., Баньковская М.П. Характеристика количественной оценки степени нарушений функций организма вследствие преимущественно легочных проявлений кистозного фиброза - муковисцидоза // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2015. № 3. С. 7–10.
  13. Кузьмишин Л.Е., Калинина И.Б., Корзенева Е.В. и др. Применение критериев, разработанных с учетом Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья, для оценки нарушений функций и структур дыхательной и сердечно-сосудистой систем у больных и инвалидов вследствие хронических болезней нижних дыхательных путей // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2014. № 4. С. 8–14.
  14. Гришина Л.П., Соловьева Н.Н. Прогноз инвалидности взрослого населения в Ульяновской области до 2020 г. // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2015. Т. 18. № 1. С. 30–31.
  15. Гончаренко А.Г., Акимов Е.И. Принципы и критерии определения стойкости нарушения функций организма в практике проведения медико-социальной экспертизы // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2016. Т. 19. № 3. С. 123–124.
  16. Пузин С.Н., Меметов С.С., Балека Л.Ю. и др. Актуальные вопросы медико-социальной экспертизы на современном этапе // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2015. Т. 18. № 4. С. 4–7.
  17. Климов В.А. Управление рисками в медицинской организации // Главврач. 2018. № 12. С. 4–9.
- References**
1. Shurgaya MA, Memetov SS, Ivanova TA, et al. Demographic situation in Russia: medical and social aspects. *Mediko-Sotsial'naya Ekspertiza i Reabilitatsiya*. 2017; 20(4):214–220. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/1560-9537-2017-20-4-214-220>
  2. Shurgaya MA. Disability due to the class of respiratory diseases in elderly people. *Mediko-Sotsial'naya Ekspertiza i Reabilitatsiya*. 2017; 20(2):69–74. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/1560-9537-2017-20-2-69-74>
  3. Karetnikova VM, Petrunko IL. The severity of primary disability due to chronic obstructive pulmonary disease adult population of the Irkutsk region for the years 2003–2013. *Vestnik Meditsinskogo Stomatologicheskogo Instituta*. 2015; (132):29–31. (In Russian).
  4. Dymochka MA, Verigina NB. Primary disability among the adult population of Russia over a period of 2012–2017 (information analysis product). *Mediko-Sotsial'nye Problemy Invalidnosti*. 2018; (2):8–17. (In Russian).
  5. Dymochka MA, Grishina LP. An analysis of disability indicators of the adult population in the Russian Federation in dynamics for 2011–2015 years. *Mediko-Sotsial'nye Problemy Invalidnosti*. 2016; (4):97–102. (In Russian).
  6. Verigina NB, Krasnovskaya ES, Volkova ZM. Comparative analysis of primary disability level dynamics due to the main classes of diseases among the adult population in the Russian Federation and the federal districts over 2016–2017 (information analysis product). *Mediko-Sotsial'nye Problemy Invalidnosti*. 2018; (2):17–26. (In Russian).
  7. Dmitrienko LB, Sergeeva OV, Kosenkova TV. System analysis of modern development trends and conditions for medical-social examination. *Sistemnyy Analiz i Upravlenie v Biomeditsinskikh Sistemakh*. 2017; 16(4):967–971. (In Russian).
  8. Puzin SN, Dymochka MA, Boitsov SA, et al. The epidemiological picture of the disability in various demographic contingents of the population in the Russian Federation in the aspect of the social policy of the state. *Mediko-Sotsial'naya Ekspertiza i Reabilitatsiya*. 2018; 21(1-2):50–54. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/1560-9537-2017-21-1-50-54>
  9. Puzin SN, Shurgaya MA, Memetov SS, et al. Disability in the XXI century. The state of the problem of medical-social rehabilitation and habilitation of disabled people in contemporary Russia. *Mediko-Sotsial'naya Ekspertiza i Reabilitatsiya*. 2018; 21(1-2):10–17. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/1560-9537-2017-21-1-10-17>
  10. Zabolotnykh II, Nikitenko II, Razumovsky MI, et al. [Obligatory Diagnostic Tests for Medical and Social Expertise.] Saint Petersburg: SpetsLit Publ., 2013. 102 p. (In Russian).
  11. Shestakov VP, Lebedeva NN, Svintsov AA, et al. Standardization activities and services in the field of medical-social rehabilitation of persons with disabilities. *Vestnik Vserossiyskogo Obshchestva Spetsialistov po Mediko-Sotsial'noy Ekspertize, Reabilitatsii i Reabilitatsionnoy Industrii*. 2011; (1):6–9. (In Russian).
  12. Kuzmishin LE, Bankovskaya MP. Characteristic of the quantitative assessment of the organism functions impairments degree in consequence of predominantly pulmonary manifestations of a cystic fibrosis - mucoviscitosis. *Mediko-Sotsial'nye Problemy Invalidnosti*. 2015; (3):7–10. (In Russian).
  13. Kuzmishin LE, Kalinina IB, Korzeneva EV, et al. The use of criteria elaborated in consideration of International Classification of Functioning, Limitation of Vital Activity and Health, for assessment of impairments of functions and the structures of respiratory and cardiovascular systems in the patients and disabled persons in consequence of chronic diseases of lower respiratory paths. *Mediko-Sotsial'nye Problemy Invalidnosti*. 2014; (4):8–14. (In Russian).
  14. Grishina LP, Solov'yova NN. Forecast adult population disability in the Ulyanovsk region until 2020. *Mediko-Sotsial'naya Ekspertiza i Reabilitatsiya*. 2015; 18(1):30–31. (In Russian).
  15. Goncharenko AG, Akimov EI. Principles and criteria for detection of the persistence of disorders of functions of the organism in the practice of the medical and social expertise. *Mediko-Sotsial'naya Ekspertiza i Reabilitatsiya*. 2016; 19(3):123–124. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/1560-9537-2016-19-3-123-124>
  16. Puzin SN, Memetov SS, Baleka LYU, et al. Current issues in health social expertise today. *Mediko-Sotsial'naya Ekspertiza i Reabilitatsiya*. 2015; 18(4):4–7. (In Russian).
  17. Klimov VA. Risk management in health care organization. *Glavvrach*. 2018; (12):4–9. (In Russian).

© Шестёра А.А., Сабирова К.М., Кик П.Ф., Каерова Е.В., 2021

УДК 378.172

## Гигиенические аспекты здоровья студентов младших курсов медицинского университета

А.А. Шестёра<sup>1,2</sup>, К.М. Сабирова<sup>1</sup>, П.Ф. Кик<sup>1</sup>, Е.В. Каерова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Школа биомедицины, о. Русский, п. Аякс, 10, кампус ДВФУ, г. Владивосток, Приморский край, 690922, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет», пр-т Острякова, 2, г. Владивосток, Приморский край, 690002, Российская Федерация

**Резюме:** Введение. Задача сохранения и повышения уровня здоровья студентов является приоритетной в современной России. Цель исследования. Провести анализ состояния здоровья студентов младших курсов медицинского университета, определить факторы, негативно влияющие на здоровье обучающихся. Материалы и методы. Оценка состояния здоровья проводилась по трем модулям: заболеваемость (на основании журнала учёта выдачи справок студенческой поликлиники), образ жизни (результаты анкетирования) и физическое развитие (результаты медицинского осмотра). В исследовании приняли участие от 789 до 1165 студентов 1–3 курсов. Результаты. Установлено, что в 2014–2017 гг. отмечен рост на 17,8 % общей заболеваемости по обращаемости студентов с временной утратой трудоспособности. Самый высокий рост заболеваемости выявлен по наиболее часто встречающимся нозологическим формам – болезням органов дыхания, органов пищеварения, костно-мышечной системы, а также и травмам, отравлениям и некоторым другим последствиям воздействия внешних причин. Наиболее выявляемые факторы, негативно влияющие на здоровье, – вредные привычки, недостаточность сна, гиподинамия. По результатам исследования физического развития было выявлено, что в начальной стадии ожирения находятся 11,65 % юношей и 10,93 % девушек, ожирение I–III степени выявлено у 4,89 % юношей и 3,68 % девушек, а также выраженный дефицит массы тела I–III степени отмечен у 29,03 % респондентов. Анализ состава тела показал, что сниженную жировую массу имеют 42,48 % студентов и 33,29 % студенток, а повышенную 34,21 % юношей и 43,20 % девушек. Вывод. Полученные данные позволяют определить направления по сохранению здоровья студентов-медиков.

**Ключевые слова:** здоровье, заболеваемость, образ жизни, физическое развитие, студенты-медики.

**Для цитирования:** Шестёра А.А., Сабирова К.М., Кик П.Ф., Каерова Е.В. Гигиенические аспекты здоровья студентов младших курсов медицинского университета // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 18–24. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-18-24>

### Информация об авторах:

**Шестёра** Альбина Александровна – аспирант департамента общественного здоровья и профилактической медицины Школы биомедицины, Дальневосточного федерального университета, доцент кафедры Физической культуры и спорта, ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России; e-mail: [shestera81@mail.ru](mailto:shestera81@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0553-6221>.

**Сабирова** Ксения Маратовна – аспирант департамента общественного здоровья и профилактической медицины, Школы биомедицины ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; e-mail: [k\\_s\\_u\\_xa@mail.ru](mailto:k_s_u_xa@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4217-4829>.

✉ **Кик** Павел Федорович – д.м.н., к.тех.н., профессор, директор департамента общественного здоровья и профилактической медицины, Школа биомедицины ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; e-mail: [lme@list.ru](mailto:lme@list.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3536-8617>.

**Каерова** Елена Владиславовна – к.пед.н., доцент, зав. кафедрой ФК и спорта ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России; e-mail: [ekaerova@yandex.ru](mailto:ekaerova@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2104-5593>.

## Hygienic Aspects of Health of Junior Students of a Medical University

A.A. Shestera<sup>1,2</sup>, K.M. Sabirova<sup>1</sup>, P.F. Kiku<sup>1</sup>, E.V. Kaerova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Bldg M25, University Campus, Ayaks Village, Russky Island, Vladivostok, Primorsky Krai, 690922, Russian Federation

<sup>2</sup>Pacific State Medical University, 2 Ostryakov Avenue, Vladivostok, Primorsky Krai, 690002, Russian Federation

**Summary.** Background: The task of preserving and improving health of university students is a priority in modern Russia. The purpose of the study was to analyze the health status and to identify priority health risk factors of junior students of a medical university. Materials and methods: Health assessment was carried out with account for disease incidence (based on the journal of registration of student health records), lifestyle (results of a questionnaire-based survey), and physical development (medical examination results). The study involved 789 to 1,165 first to third-year medical university students. Results: We established an increase in the incidence of diseases with temporary disability in the surveyed students by 17.8 % in 2014–2017. The increase was more pronounced among the most common health disorders such as diseases of the respiratory, digestive, and musculoskeletal systems, injury, poisoning and certain other consequences of external causes. The most prevalent behavioral risk factors included bad habits, lack of sleep and exercise. According to the results of a physical development study, 11.65 % of the boys and 10.93 % of the girls were overweight, 4.89 % of the boys and 3.68 % of the girls had classes I–III obesity while 29.03 % of the students were underweight. Bioelectrical impedance analysis showed a fat mass deficiency in 42.48 % and 33.29 % and an increased fat mass in 34.21 % and 43.20 % of the boy and girl students, respectively. Conclusion: Our findings will help determine directions for maintaining health of medical students.

**Keywords:** health, incidence, lifestyle, physical development, medical students.

**For citation:** Shestera AA, Sabirova KM, Kiku PF, Kaerova EV. Hygienic aspects of health of junior students of a medical university. Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya. 2021; (3(336)):18–24. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-18-24>

### Author information:

Albina A. Shestera, Postgraduate, Department of Public Health and Preventive Medicine, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University; Associate Professor, Department of Physical Culture and Sports, Pacific State Medical University of the Russian Ministry of Health; e-mail: [shestera81@mail.ru](mailto:shestera81@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0553-6221>.

Ksenia M. Sabirova, Postgraduate, Department of Public Health and Preventive Medicine, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University; e-mail: [k\\_s\\_u\\_xa@mail.ru](mailto:k_s_u_xa@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4217-4829>.

✉ Pavel F. Kiku, D.M.Sc., Candidate of Technical Sciences, Professor, Director of the Department of Public Health and Preventive Medicine, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University; e-mail: [lme@list.ru](mailto:lme@list.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3536-8617>.

Elena V. Kaerova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physical Culture and Sports, Pacific State Medical University of the Russian Ministry of Health; e-mail: [ekaerova@yandex.ru](mailto:ekaerova@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2104-5593>.

**Введение.** Задача сохранения и повышения уровня здоровья студентов является приоритетным направлением в современной России [1–4]. Несмотря на гуманитарную сторону самооценки здоровья, проблема имеет четко выраженный экономический аспект, поскольку здоровье является необходимым условием для решения студентами своих учебных, а в дальнейшем и профессиональных задач [5, 6]. Совершенно очевидно, что здоровье студентов медицинских вузов, их гармоничное развитие, психологическая и социальная адаптация определяют будущее страны.

Президентом Российской Федерации В.В. Путиным на заседании Координационного совета по реализации Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012–2017 годы 27 мая 2014 года было отмечено, что у большинства подростков есть проблемы со здоровьем. По результатам диспансеризации подростков в 2011 году, абсолютно здоровых – чуть больше 16 %, с функциональными нарушениями – 54,3 % и с инвалидностью – свыше 5 %. «Явное свидетельство неблагополучия в сфере здоровья подростков», – констатировал президент.

По данным медицинских осмотров, за 10–15 лет в разных регионах РФ увеличилось число студентов, имеющих 2–5 заболеваний, практически здоровыми являются 16,5 % студентов [7, 8]. По мнению специалистов, за период обучения в вузе уровень здоровья студентов снижается в 3–4 раза [9–11].

Отмечается, что высокая занятость студентов-медиков, насыщенный и напряженный учебный процесс, дополнительная трудовая деятельность уже в процессе обучения в вузе, невысокая добровольная физкультурно-оздоровительная активность, а также вредные привычки приводят к снижению уровня понимания студентами-медиками ответственности за сохранение своего здоровья [12–17].

Существенное влияние отдельных факторов риска на здоровье студентов отмечается и в зарубежных исследованиях [18–20].

Поведенческие факторы риска, такие как курение, употребление алкоголя, нерациональное питание, низкая физическая активность, довольно часто наблюдаются у лиц молодого возраста, что обуславливает распространенность ожирения, артериальной гипертензии [21–23].

Особую актуальность приобретает раннее выявление лиц с повышенным артериальным давлением (АД), т. к. артериальная гипертония – один из основных факторов риска возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [24–26].

В настоящее время весьма остро стоит задача укрепления здоровья студенческой молодежи в медицинских вузах [27–29]. Ценностное отношение к здоровью предполагает не только

создание соответствующих социально-гигиенических условий для нормального обучения (труда), но и мотивацию студентов-медиков при индивидуальном формировании здорового образа жизни, что должно вписываться в программу медицинского вуза как неотъемлемая составная часть подготовки врача и являться предметом постоянного социального контроля и управления. Для решения существующих проблем необходимо комплексное изучение всех аспектов состояния здоровья студентов-медиков и факторов, на него влияющих.

**Цель исследования** – провести анализ здоровья студентов ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России (ТГМУ) в процессе обучения и определить факторы, негативно влияющие на здоровье обучающихся.

**Материалы и методы.** Анализ состояния здоровья студентов ТГМУ проводился по оценке заболеваемости, образа жизни и физического развития; также определены факторы риска развития хронических неинфекционных заболеваний.

Оценка заболеваемости студентов ТГМУ (1094 человека) с временной утратой трудоспособности (ВУТ) проводилась на основании журнала учета выдачи справок КГБУЗ «Владивостокская поликлиника № 7» (студенческая поликлиника) в период 2014–2017 гг. Для изучения образа жизни студентов ТГМУ использованы результаты анонимного анкетирования, в котором приняли участие 789 студентов 1–3 курсов, из них 548 девушек и 241 юноша. Оценка физического развития проводилась по результатам медицинского осмотра 1053 студентов (878 девушек и 266 юношей) 1 курса, поступивших в ТГМУ в 2015 году. Оценивались данные соматометрии (длина тела, масса тела) с применением метода индексов (индекс массы тела – ИМТ), биоимпедансметрии (анализ состава тела) и функциональные показатели (спирометрия). Факторы риска (ФР), приводящие к развитию хронических неинфекционных заболеваний, определялись у 1165 студентов 1–3 курсов по 7 параметрам: избыточная масса тела, недостаток массы тела, гиперхолестеринемия, гипергликемия, повышенное АД, пониженное АД и курение.

**Результаты и обсуждение.** Выявлено, что уровень общей заболеваемости по обращаемости студентов ТГМУ с временной утратой трудоспособности имеет тенденцию к росту. Установлено, что за 2014–2017 гг. отмечен рост общей заболеваемости по обращаемости студентов с временной утратой трудоспособности на 17,18 % (табл. 1).

При анализе заболеваемости респондентов с ВУТ за последние 4 года по наиболее часто встречающимся нозологическим формам у девушек и юношей первое место занимают

**Таблица 1. Заболеваемость с ВУТ студентов ТГМУ 1–3 курсов**  
**Table 1. Morbidity with temporary disability of the first to third-year medical university students**

| Год / Year | Число студентов / Number of students | Показатель заболеваемости (на 1000 студентов), %<br>/ Incidence (per 1,000 students), % | Показатель наглядности, % /<br>Visibility indicator, % |
|------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 2014       | 227                                  | 128,68                                                                                  | 100                                                    |
| 2015       | 248                                  | 140,59                                                                                  | 109,25                                                 |
| 2016       | 251                                  | 142,29                                                                                  | 110,57                                                 |
| 2017       | 266                                  | 150,79                                                                                  | 117,18                                                 |

болезни органов дыхания, в том числе ОРВИ (J00–J99). Второе место у обоих полов – болезни органов пищеварения (K00–K93). Третье место у девушек – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (M00–M99), а у юношей – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (S00–T98). Четвертое – болезни мочеполовой системы у девушек и костно-мышечной системы и соединительной ткани у юношей. Пятое место занимают болезни кожи и подкожной клетчатки у девушек и болезни мочеполовой системы у юношей.

Исследование показало, что наибольшее увеличение заболеваемости зарегистрировано у девушек и юношей по следующим классам болезней: органов дыхания – в 1,4 раза (с 42 % в 2014 г. до 57 % в 2017 г.) и в 1,1 раза у юношей; органов пищеварения – на 4 % у юношей и на 7 % у девушек; костно-мышечной системы и соединительной ткани у девушек – на 2 %; травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин у юношей – на 4 % (табл. 2).

Субъективная оценка студентами ТГМУ своего образа жизни показала, что придерживаются правил здорового образа жизни 48 % респондентов. При этом среди студентов медиков распространены вредные привычки. Курят 23,7 % юношей и 17 % девушек; курили, но сейчас бросили 12,8 % юношей и 6,2 % девушек; не курят больше половины опрошенных. Употребляют спиртные напитки 66 % студентов и 59,8 % студенток. Хронические заболевания выявлены у 23 % опрошенных. По результатам анкетирования определено, что продолжительность ночного сна составляет 5–6 часов у 61 % юношей и 58 % девушек; 7–8 часов у 27 % студентов и 24 % студенток; 5 часов и менее

спят 10 % юношей и 15 % девушек; только 2 % юношей и 3 % девушек спят 9 часов и более. Систематически занимаются физической культурой и спортом только 17 % юношей и 8 % девушек, от случая к случаю занимаются 51 % студентов и 58 % студенток, не занимаются совсем 35 % юношей и 25 % девушек. По результатам анкетирования 28 % опрошенных совмещают работу с учебой.

Оценка физического развития показала, что ИМТ находится в норме у 48,87 % юношей и 50,57 % девушек. Дефицит массы тела зафиксирован у 34,59 % студентов и 34,82 % студенток. Предожирение выявлено у 11,65 % юношей и 10,93 % девушек. Ожирение I–III степени отмечено у 4,89 % юношей и 3,68 % девушек (табл. 3).

Анализ состава тела студентов ТГМУ выявил, что жировая масса снижена у 42,48 % юношей и 33,29 % девушек, находится в норме у 23,31 % юношей и 23,51 % девушек и повышена у 34,21 % студентов и 43,20 % студенток. Содержание воды в организме снижено у 3,76 % юношей и 4,83 % девушек, находится в пределах нормы – у 77,07 % студентов и 75,60 % студенток, повышено – у 19,17 % юношей и 19,57 % девушек. Активная клеточная масса снижена у 6,77 % юношей и 6,35 % девушек, находится в пределах нормы – у 76,32 % юношей и 77,38 % девушек, повышена – у 16,92 % студентов и 16,26 % студенток (табл. 4).

Оценка величин спирометрических показателей определила, что норма наблюдается более чем у 80 % студентов. Также отмечено, что норма регистрировалась на 2,91 % чаще у юношей, чем у девушек. Обструкция и рестрикция чаще отмечались у студенток – на 1,41 % и 1,49 % соответственно. Обращает на себя внимание тот факт, что у 6–8 % студентов была

**Таблица 2. Структура заболеваемости с временной утратой трудоспособности у студентов ТГМУ по наиболее часто встречающимся нозологическим формам в 2014–2017 гг. (в %)**

**Table 2. The structure of morbidity with temporary disability of the university students by the most prevalent diseases, 2014–2017 (%)**

| Год / Year                                                                                                                                                             | 2014      |              | 2015      |              | 2016      |              | 2017      |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| Пол / Gender                                                                                                                                                           | Юн./ Male | Дев./ Female | Юн./ Male | Дев./ Female | Юн./ Male | Дев./ Female | Юн./ Male | Дев./ Female |
| МКБ-10/ ICD-10                                                                                                                                                         |           |              |           |              |           |              |           |              |
| Болезни органов дыхания, в том числе ОРВИ (J00–J99) / Diseases of the respiratory system (J00–J99)                                                                     | 48,0      | 42,0         | 52,0      | 47,0         | 51,0      | 54,0         | 53,0      | 57,0         |
| Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (M00–M99) / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (M00–M99)                              | 6,0       | 9,0          | 6,0       | 10,0         | 8,0       | 10,0         | 6,0       | 11,0         |
| Болезни кожи и подкожной клетчатки (L00–L99) / Diseases of the skin and subcutaneous tissue (L00–L99)                                                                  | 3,0       | 9,0          | 2,0       | 6,0          | 2,0       | 3,0          | 1,0       | 3,0          |
| Некоторые инфекционные и паразитарные болезни (A00–B99) / Certain infectious and parasitic diseases (A00–B99)                                                          | 4,0       | 6,0          | 6,0       | 5,0          | 4,0       | 4,0          | 1,0       | 2,0          |
| Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (S00–T98) / Injury, poisoning and certain other consequences of external causes (S00–T98) | 10,0      | 9,0          | 11,0      | 6,0          | 12,0      | 14,0         | 14,0      | 4,0          |
| Болезни органов пищеварения (K00–K93) / Diseases of the digestive system (K00–K93)                                                                                     | 11,0      | 6,0          | 13,0      | 13,0         | 10,0      | 2,0          | 15,0      | 13,0         |
| Болезни нервной системы (G00–G99) / Diseases of the nervous system (G00–G99)                                                                                           | 5,0       | 5,0          | 5,0       | 4,0          | 2,0       | 2,0          | 1,0       | 1,0          |
| Болезни глаза и его придаточного аппарата (H00–H59) / Diseases of the eye and adnexa (H00–H59)                                                                         | 6,0       | 8,0          | 1,0       | 2,0          | 6,0       | 3,0          | 4,0       | 2,0          |
| Болезни мочеполовой системы (N00–N99) / Diseases of the genitourinary system (N00–N99)                                                                                 | 7,0       | 6,0          | 4,0       | 7,0          | 5,0       | 8,0          | 5,0       | 7,0          |

Таблица 3. Оценка показателей индекса массы тела студентов ТГМУ  
Table 3. Evaluation of body mass index parameters of the university students

| Критерии индекса массы тела / Body mass index criteria                                                        | Юноши / Boys | Девушки / Girls |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|
| Недостаточная масса тела III степени / Class III underweight                                                  | 0,38 %       | 0,76 %          |
| Недостаточная масса тела II степени / Class II underweight                                                    | 2,63 %       | 2,67 %          |
| Недостаточная масса тела I степени / Class I underweight                                                      | 10,90 %      | 11,69 %         |
| Недостаточная масса тела – белково-энергетическая недостаточность / Underweight – Protein–energy malnutrition | 20,68 %      | 19,70 %         |
| Нормальная масса тела / Normal / healthy body weight                                                          | 48,87 %      | 50,57 %         |
| Избыточная масса тела / Overweight                                                                            | 11,65 %      | 10,93 %         |
| Ожирение I степени / Class I obesity                                                                          | 4,51 %       | 2,92 %          |
| Ожирение II степени / Class II obesity                                                                        | 0,38 %       | 0,64 %          |
| Ожирение III степени / Class III obesity                                                                      | –            | 0,13 %          |

выявлена рестрикция, что говорит о слабости дыхательных мышц (табл. 5).

При изучении факторов риска нарушения здоровья студентов 1 курса определено, что у юношей наиболее распространенными были факторы гиперхолестеринемии (28 %), далее отмечались повышенное АД (25 %) и избыточная масса тела (20 %). У первокурсниц наиболее часто отмечались недостаток массы тела (33 %), гипергликемия (28 %) и гиперхолестеринемия (22 %) (табл. 6).

На 2 курсе у юношей на первом месте стоит повышенное (АД 40 %), далее гипергликемия (27 %) и избыточная масса тела (24 %). У девушек первое ранговое место занимает недостаток массы тела (39 %), второе – гипергликемия, третье – гиперхолестеринемия (табл. 7).

На 3 курсе у юношей первую позицию занимает повышенное АД (49 %), далее курение

(26 %) и избыточная масса тела (23 %). У девушек наиболее часто отмечались недостаток массы тела (28 %), гиперхолестеринемия (24 %) и гипергликемия (18 %) (табл. 8).

**Заключение.** Проведенный анализ здоровья студентов младших курсов медицинского университета в процессе обучения позволяет констатировать следующее.

За 2014–2017 гг. отмечен рост общей заболеваемости по обращаемости студентов ТГМУ с ВУТ на 17,18 %. Самый высокий рост заболеваемости выявлен по наиболее часто встречающимся нозологическим формам – болезням органов дыхания, пищеварения, костно-мышечной системы, а также травмам, отравлениям и некоторым другим последствиям воздействия внешних причин.

Оценка образа жизни студентов показала, что вредные привычки имеет половина респондентов

Таблица 4. Оценка показателей биоимпедансометрии у студентов ТГМУ  
Table 4. Bioelectrical impedance analysis results in the university students

| Пол / Gender     | Жировая масса / Fat mass |                |                      | Общая вода / Body water |                |                      | Активная клеточная масса / Active cell (fat-free) mass |                |                      |
|------------------|--------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|----------------|----------------------|--------------------------------------------------------|----------------|----------------------|
|                  | Снижена / Reduced        | Норма / Normal | Повышена / Increased | Снижена / Reduced       | Норма / Normal | Повышена / Increased | Снижена / Reduced                                      | Норма / Normal | Повышена / Increased |
| Юноши / Male     | 42,48 %                  | 23,31 %        | 34,21 %              | 3,76 %                  | 77,07 %        | 19,17 %              | 6,77 %                                                 | 76,32 %        | 16,92 %              |
| Девушки / Female | 33,29 %                  | 23,51 %        | 43,20 %              | 4,83 %                  | 75,60 %        | 19,57 %              | 6,35 %                                                 | 77,38 %        | 16,26 %              |

Таблица 5. Оценка показателей спирометрии студентов ТГМУ  
Table 5. Spirometry test results in the university students

| Пол / Gender     | Обструкция / Obstruction | Норма / Norm | Рестрикция / Restriction |
|------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|
| Юноши / Male     | 1,88 %                   | 91,73 %      | 6,39 %                   |
| Девушки / Female | 3,30 %                   | 88,82 %      | 7,88 %                   |

Таблица 6. Структура факторов риска у студентов 1 курса  
Table 6. The structure of health risk factors in the first-year university students

| Здоровые / Healthy |                 | Функциональные отклонения / Functional deviations<br>Юноши / Boys 65 (47 %), Девушки / Girls 251 (52 %) |                                                                                                          |                             |
|--------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Юноши / Boys       | Девушки / Girls | Фактор риска / Risk factor                                                                              | Всего из числа обследованных студентов 1 курса, %<br>/ Percentage of all surveyed first-year students, % |                             |
|                    |                 |                                                                                                         | Юноши / Boys,<br>n = 139                                                                                 | Девушки / Girls,<br>n = 486 |
| 74 (53 %)          | 235 (48 %)      | Избыточная масса тела / Overweight                                                                      | 28 (20 %)                                                                                                | 73 (15 %)                   |
|                    |                 | Недостаточная масса тела / Underweight                                                                  | 27 (19 %)                                                                                                | 159 (33 %)                  |
|                    |                 | Гиперхолестеринемия / Hypercholesterolemia                                                              | 39 (28 %)                                                                                                | 106 (22 %)                  |
|                    |                 | Гипергликемия / Hyperglycemia                                                                           | 21 (15 %)                                                                                                | 135 (28 %)                  |
|                    |                 | Повышенное АД / High blood pressure                                                                     | 35 (25 %)                                                                                                | 54 (11 %)                   |
|                    |                 | Пониженное АД / Low blood pressure                                                                      | 3 (2 %)                                                                                                  | 24 (5 %)                    |
|                    |                 | Курение / Smoking                                                                                       | 20 (14 %)                                                                                                | 33 (7 %)                    |

Таблица 7. Структура факторов риска у студентов 2 курса  
Table 7. The structure of health risk factors in the second-year university students

| Здоровые / Healthy |                 | Функциональные отклонения / Functional deviations<br>Юноши / Boys 37 (67 %), Девушки / Girls 120 (55 %) |                                                                                                        |                          |
|--------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Юноши / Boys       | Девушки / Girls | Фактор риска / Risk factor                                                                              | Всего из числа обследованных студентов 2 курса, % / Percentage of all surveyed second-year students, % |                          |
|                    |                 |                                                                                                         | Юноши / Boys, n = 55                                                                                   | Девушки / Girls, n = 217 |
| 18 (33 %)          | 97 (45 %)       | Избыточная масса тела / Overweight                                                                      | 13 (24 %)                                                                                              | 33 (15 %)                |
|                    |                 | Недостаточная масса тела / Underweight                                                                  | 9 (16 %)                                                                                               | 85 (39 %)                |
|                    |                 | Гиперхолестеринемия / Hypercholesterolemia                                                              | 12 (22 %)                                                                                              | 37 (17 %)                |
|                    |                 | Гипергликемия / Hyperglycemia                                                                           | 15 (27 %)                                                                                              | 47 (22 %)                |
|                    |                 | Повышенное АД / High blood pressure                                                                     | 22 (40 %)                                                                                              | 23 (11 %)                |
|                    |                 | Пониженное АД / Low blood pressure                                                                      | 3 (5 %)                                                                                                | 6 (3 %)                  |
|                    |                 | Курение / Smoking                                                                                       | 8 (15 %)                                                                                               | 20 (9 %)                 |

Таблица 8. Структура факторов риска у студентов 3 курса  
Table 8. The structure of health risk factors in the third-year university students

| Здоровые / Healthy |                 | Функциональные отклонения / Functional deviations<br>Юноши / Boys 30 (64 %), Девушки / Girls 106 (48 %) |                                                                                                       |                           |
|--------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Юноши / Boys       | Девушки / Girls | Фактор риска / Risk factor                                                                              | Всего из числа обследованных студентов 3 курса, % / Percentage of all surveyed third-year students, % |                           |
|                    |                 |                                                                                                         | Юноши / Male, n = 55                                                                                  | Девушки / Female, n = 217 |
| 17 (36 %)          | 115 (52 %)      | Избыточная масса тела / Overweight                                                                      | 11 (23 %)                                                                                             | 35 (16 %)                 |
|                    |                 | Недостаточная масса тела / Underweight                                                                  | 3 (7 %)                                                                                               | 63 (28 %)                 |
|                    |                 | Гиперхолестеринемия / Hypercholesterolemia                                                              | 9 (19 %)                                                                                              | 53 (24 %)                 |
|                    |                 | Гипергликемия / Hyperglycemia                                                                           | 6 (13 %)                                                                                              | 39 (18 %)                 |
|                    |                 | Повышенное АД / High blood pressure                                                                     | 23 (49 %)                                                                                             | 28 (13 %)                 |
|                    |                 | Пониженное АД / Low blood pressure                                                                      | 1 (1 %)                                                                                               | 3 (1 %)                   |
|                    |                 | Курение / Smoking                                                                                       | 26 (12 %)                                                                                             | 7 (8 %)                   |

(употребляют спиртные напитки, курят 23,7 % юношей и 17 % девушек), недостаточность сна испытывают 50 % опрошенных, гиподинамия (совсем не занимаются физической культурой и спортом) отмечена у 35 % юношей и 25 % девушек.

При изучении физического развития выявлено, что в начальной стадии ожирения находятся 11,65 % юношей и 10,93 % девушек, ожирение I–III степени выявлено у 4,89 % юношей и 3,68 % девушек, а также выраженный дефицит массы тела I–III степени отмечен у 29,03 % респондентов. Анализ состава тела показал, что сниженную жировую массу имеют 42,48 % студентов и 33,29 % студенток, а повышенную — 34,21 % юношей и 43,20 % девушек. Эти факторы, прежде всего, неблагоприятно влияют на сердечно-сосудистую и репродуктивную системы студентов.

Выявлены наиболее распространенные факторы риска развития хронических неинфекционных заболеваний у студентов в зависимости от курса обучения и гендерной группы:

I курс: юноши — гиперхолестеринемия, повышенное АД, избыточная масса тела; девушки — недостаток массы тела, гипергликемия, гиперхолестеринемия.

II курс: юноши — повышенное АД, гипергликемия, избыточная масса тела; девушки — недостаток массы тела, гипергликемия, гиперхолестеринемия.

III курс: юноши — повышенное АД, курение, избыточная масса тела; девушки — недостаток массы тела, гиперхолестеринемия, гипергликемия;

Таким образом, полученные результаты анализа состояния здоровья студентов ТГМУ в процессе обучения позволяют определить направления для разработки профилактических мероприятий по сохранению здоровья и формированию здорового образа жизни студентов-медиков.

**Информация о вкладе авторов:** Шестера А.А., Сабирова К.М. — обзор публикаций по теме статьи, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста рукописи; Кику П.Ф. — разработка дизайна исследования, редакция статьи, окончательное утверждение присланной в редакцию рукописи; Каерова Е.В. — существенный вклад в организацию исследования, получение данных для анализа.

**Финансирование:** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 16, 18–26 см. References)

1. Агафонов А.И., Зулькарнаев Т.Р., Поварго Е.А. и др. Особенности физического развития школьников и студентов, занимающихся физкультурой и спортом // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 3 (324). С. 4–9. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-4-9>
2. Жукова Т.В., Горбачева Н.А., Харагургиева И.М. и др. Здоровье студентов как прогностическая модель здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 4 (301). С. 34–41.
3. Милушкина О.Ю., Маркелова С.В., Скоблина Н.А. и др. Особенности образа жизни современной

- студенческой молодежи // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 11 (308). С. 5–8.
4. Светличная Г.Н., Грицинская В.Л., Евдокимова К.А. Характеристика морфофункционального развития студентов, обучающихся по социально-экономическому направлению // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 11 (308). С. 14–17.
  5. Кисляков П. А. Социальная безопасность и здоровьесбережение учащейся молодежи: содержание-технологическое и организационно-управленческое обеспечение в вузе // Современные исследования социальных проблем. 2015. № 2 (46). С. 37–56.
  6. Кiku П.Ф., Гельцер Б.И., Сахарова О.Б. и др. Здоровье студентов Дальнего Востока и Сибири: социально-гигиенические и организационно-экономические проблемы. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2016. 206 с.
  7. Артюхов И.П., Каскаева Д.С. Оценка состояния здоровья студентов высших учебных заведений города Красноярск // Сибирское медицинское обозрение. 2014. № 6 (90). С. 61–64.
  8. Красноручкая О.Н., Зуйкова А.А., Петрова Т.Н. Актуальные проблемы здоровья студентов медицинского вуза и пути их решения // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20. № 2. С. 453–456.
  9. Ляпин В.А., Флянку И.П., Любошенко Т.М. Состояние здоровья и особенности образа жизни студентов в период обучения в вузе // Научный медицинский вестник. 2015. № 1 (1). С. 29–39.
  10. Попов В.И., Колесникова Е.Н., Петрова Т.Н. Здоровье учащейся молодежи: подходы к оценке и совершенствованию // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2014. № 58. С. 60–63.
  11. Футорный С.М. Проблема дефицита двигательной активности студенческой молодежи // Физическое воспитание студентов. 2013. № 3. С. 75–79.
  12. Богомолова Е.С., Шапошников М.В., Котова Н.В. и др. Санитарно-гигиеническое благополучие и здоровье учащихся в образовательных учреждениях с разной интенсивностью учебного процесса // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 11 (260). С. 20–23.
  13. Салдан И.П., Пашков А.П., Жукова О.В. и др. Гигиеническая оценка динамики показателей работоспособности студенческой молодежи при занятиях самбо // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 10 (307). С. 23–27.
  14. Сетко А.Г., Булычева Е.В., Сетко Н.П. Гигиеническая характеристика напряженности учебного процесса и физиологических реакций организма студентов с различным уровнем работоспособности // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 11 (320). С. 56–60.
  15. Шестёра А.А., Кiku П.Ф., Журавская Н.С. и др. Оценка физического развития и физической подготовленности студенток медицинского университета // Общественное здоровье и здравоохранение. 2018. № 2 (58). С. 12–16.
  17. Лучкевич В.С., Самодова И.Л., Фигуровский А.П. и др. Медико-социальные и гигиенические особенности образовательного процесса и условий обучения студентов на младших курсах медицинского вуза // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2014. Т. 6. № 1. С. 98–103.
  27. Гатиятуллина Л.Л. Здоровьесберегающее пространство в медицинских образовательных организациях // Казанский медицинский журнал. 2018. Т. 99. № 1. С. 110–116.
  28. Лапонова Е.Д., Адарченкова А.В., Пазова А.А., и др. О формировании здоровьесберегающих компетенций у студентов медицинских вузов // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 5 (302). С. 22–25.
  29. Сетко А.Г., Тришина С.П., Кудисов С.А. Особенности условий обучения студентов медицинского вуза // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 7 (280). С. 17–19.

## References

1. Agafonov AI, Zulkarnaev TR, Povargo EA, et al. Features of physical development of schoolchildren and students engaged in physical education and sports. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (3(324)):4–9. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-4-9>
2. Zhukova TV, Gorbacheva NA, Kharagurgieva IM, et al. Health of students as a prognostic model of nation's health. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; (4(301)):36–41. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-301-4-36-41>
3. Milushkina OYu, Markelova SV, Skobolina NA, et al. Lifestyle features of modern student youth. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; (11(308)):5–8. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-308-11-5-8>
4. Svetlichnaia GN, Gritsinskaia VL, Evdokimova KA. Characteristics of morphofunctional development of students, learning in social and economic direction. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; (11(308)):14–17. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-308-11-14-17>
5. Kislyakov PA. Social safety and health preservation students: content-technology and organizational-managerial ensuring in high school. *Sovremennyye Issledovaniya Sotsial'nykh Problem*. 2015; (2(46)):37–56. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.12731/2218-7405-2015-2-18>
6. Kiku PF, Geltser BI, Sakharova OB, et al. [Health of Students of the Far East and Siberia: Socio-Hygienic and Organizational and Economic Problems.] Vladivostok: Far Eastern Federal University Publ., 2016. 206 p. (In Russian).
7. Artukhov IP, Kaskaeva DS. Health status assessment of the higher educational institutions students in Krasnoyarsk. *Sibirskoe Meditsinskoe Obozrenie*. 2014; 90(6):61–64. (In Russian).
8. Krasnorutskaya ON, Zuykova AA, Petrova TN. Actual problems of health of the medical university students and theirs solutions. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*. 2013; 20(2):453–456. (In Russian).
9. Lyapin VA, Flyanku IP, Lyuboshenko TM. Health status and lifestyle characteristics of students during their studies at the university. *Nauchnyy Meditsinskiy Vestnik*. 2015; (1(1)):29–39. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.17117/nm.2015.01.029>
10. Popov VI, Kolesnikova EN, Petrova TN. Health of students, approaches to evaluate and improve. *Nauchno-Meditsinskiy Vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2014; (58):60–63. (In Russian).
11. Futornyi SM. Problem of shortage of motor activity students. *Fizicheskoe Vospitanie Studentov*. 2013; (3):75–79. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.663631>
12. Bogomolova ES, Shaposhnikova MV, Kotova NV, et al. Sanitary well-being and health of schoolchildren in schools with different intensity of the educational process. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2014; (11(260)):20–23. (In Russian).
13. Saldan IP, Pashkov AP, Zhukova OV, et al. Hygienic assessment of working capacity rates dynamics for sambo involved students. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; (10(307)):23–27. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-307-10-23-27>
14. Setko AG, Bulychева EV, Setko NP. Hygienic characteristic of the intensity of educational process and typology for physiological reactions of the body of each of students with different level of efficiency. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*.

- 2019; (11(320)):56–60. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-320-11-56-60>
15. Shestiyora AA, Kiku PF, Zhuravskaya NS, *et al.* Evaluation of physical development and physical preparedness of students of the medical university. *Obshchestvennoe Zdorov'e i Zdravookhranenie*. 2018; (2(58)):12–16. (In Russian).
  16. Ekpanyaskul C, Sithisarankul P, Wattanasirichaigoon S. Overweight/Obesity and related factors among Thai medical students. *Asia Pac J Public Health*. 2013; 25(2):170–80. DOI: <https://doi.org/10.1177/1010539511428665>
  17. Luchkevich VS, Samodova IL, Figurovskiy AP, *et al.* Medical and social and hygienic features of the educational process and the learning environment of students on an undergraduate medical student. *Vestnik Severo-Zapadnogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta im. I.I. Mechnikova*. 2014; 6(1):98–103. (In Russian).
  18. Bi J, Huang Y, Xiao Y, *et al.* Association of lifestyle factors and suboptimal health status: a cross-sectional study of Chinese students. *BMJ Open*. 2014; 4(6):e005156. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005156>
  19. Berg CJ, An LC, Thomas JL, *et al.* Smoking patterns, attitudes and motives: unique characteristics among 2-year versus 4-year college students. *Health Educ Res*. 2011; 26(4):614–23. DOI: <https://doi.org/10.1093/her/cyr017>
  20. Mize TD. Profiles in health: Multiple roles and health lifestyles in early adulthood. *Soc Sci Med*. 2017; 178:196–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.02.017>
  21. Nouri H, Ben Abdelaziz A, Rouis S, *et al.* Smoking behavior among students of health sciences at the university of Monastir (Tunisia). *Tunis Med*. 2018; 96(10–11):557–570.
  22. Jamal A, Phillips E, Gentzke AS, *et al.* Current cigarette smoking among adults – United States, 2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2018; 67(2):53–59. DOI: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6702a1>
  23. Hung CC, Chang HY, Chiang YC, *et al.* Factors associated with levels of risky drinking in adolescent alcohol users in Taiwan: A secondary data analysis. *J Nurs Res*. 2017; 25(2):163–172. DOI: <https://doi.org/10.1097/JNR.000000000000151>
  24. Sarpong DF, Curry IY, Williams M. Assessment of knowledge of critical cardiovascular risk indicators among college students: Does stage of education matter? *Int J Environ Res Public Health*. 2017; 14(3):250. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph14030250>
  25. Mucci N, Giorgi G, De Pasquale Ceratti S, *et al.* Anxiety, stress-related factors, and blood pressure in young adults. *Front Psychol*. 2016; 7:1682. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01682>
  26. Yusuf S, Lonn E, Pais P, *et al.* Blood-pressure and cholesterol lowering in persons without cardiovascular disease. *N Engl J Med*. 2016; 374(21):2032–43. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1600177>
  27. Gatiyatullina LL. Health-preserving space in medical educational institutions. *Kazanskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2018; 99(1):110–116. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.17816/KMJ2018-110>
  28. Laponova ED, Adarchenkova AV, Pazova AA, *et al.* On the formation of health-saving competences of medical students. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; (5(302)):22–25. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-22-25>
  29. Setko AG, Trishina SP, Kudisov SA. Educational conditions producing impact on medical students. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2016; (7(280)):17–19. (In Russian).

Статья получена: 07.12.20  
 Принята в печать: 03.03.21  
 Опубликовано: 31.03.21



© Макарова В.В., Зорина И.Г., Емельянова Л.А., Зорин И.А., 2021

УДК 613.955

**Психоэмоциональное состояние школьников до и во время дистанционного обучения в период карантинных ограничений 2020 года**В.В. Макарова<sup>1</sup>, И.Г. Зорина<sup>2</sup>, Л.А. Емельянова<sup>3</sup>, И.А. Зорин<sup>4</sup><sup>1</sup>Управление Роспотребнадзора по Челябинской области,

ул. Елькина, д. 73, г. Челябинск, 454092, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России,

ул. Воровского, д. 64, г. Челябинск, 454092, Российская Федерация

<sup>3</sup>МАОУ «Академический лицей № 95 г. Челябинска»,

ул. Молдавская, д. 236, г. Челябинск, 454021, Российская Федерация

<sup>4</sup>МАУЗ «Городская клиническая поликлиника № 8 г. Челябинска»,

просп. Ленина, д. 3, г. Челябинск, 454007, Российская Федерация

**Резюме:** Введение. В период изоляции на школьника оказывает влияние комплекс факторов окружающей среды: внутрисемейное окружение, усиление социально-эмоционального напряжения, увеличение учебной и компьютерной нагрузок, повышение ответственности за выполнение домашних заданий, что, несомненно, влияет на психоэмоциональную и поведенческую сферы. С целью изучения особенностей психоэмоциональной и поведенческой реакций учащихся до и во время периода изоляции проведены исследования методом анкетирования 1160 учащихся 5–11-х классов г. Челябинска с оценкой уровней тревожности, агрессии, эмоциональной возбудимости, невротизации, нейротизма, освоения школьной программы, а также с самооценкой состояния здоровья. Основные результаты. При оценке уровня реактивной тревожности школьников отмечен высокий уровень у 7,9 % учащихся до периода изоляции и у 9,9 % во время периода изоляции, а низкий уровень тревожности – у 63,4 % и 59,4 % школьников соответственно. Высокий уровень личностной тревожности выявлен у 33,6 % учащихся до периода изоляции и у 42,6 % во время изоляции, а низкий уровень – у 19,8 % и 16,8 % школьников соответственно. Более высокие уровни реактивной и личностной тревожности чаще отмечались у девочек. У 78,6 % (до изоляции) и 80,5 % (во время изоляции) школьников выявлен высокий и повышенный уровни агрессии; очень высокий и высокий уровни нейротизма зарегистрированы у 44,6 % и 44,4 % респондентов соответственно. У 1/3 обследованных школьников отмечена высокая степень эмоциональной возбудимости и невротизации. Установлено увеличение в период изоляции числа респондентов с высоким уровнем невротизации на 7,5 %, эмоциональной возбудимости на 4,0 %. Доля успешных в освоении школьной программы учащихся во время изоляции повысилась на 16,8 %. Выводы. В период изоляции у учащихся увеличились показатели уровней тревожности, агрессивности, нейротизма. Более высокие уровни реактивной и личностной тревожности установлены у девочек. Число успешных школьников в условиях изоляции повысилось на 16,8 %. В то же время в период изоляции отмечено увеличение в 2,7 раза числа школьников с нарушениями сна, зрения – в 1,1 раза, имеющих головные боли – в 1,1 раза. Выявлены достоверные различия у успешных и неуспешных школьников в нарушении сна и появлении головных болей, головокружения, жалоб на нарушения со стороны органов зрения, на утомляемость и раздражительность ( $p < 0,05$ ).

**Ключевые слова:** образовательная среда, реактивная и личностная тревожность, психоэмоциональное состояние, успешность обучения, самооценка здоровья школьников.

**Для цитирования:** Макарова В.В., Зорина И.Г., Емельянова Л.А., Зорин И.А. Психоэмоциональное состояние школьников до и во время дистанционного обучения в период карантинных ограничений 2020 года // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 25–32. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-25-32>

**Информация об авторах:**

✉ Макарова Вероника Владимировна – начальник отдела надзора по гигиене детей и подростков Управления Роспотребнадзора по Челябинской области; e-mail: [makarovaveronika71@gmail.com](mailto:makarovaveronika71@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5678-0227>.

Зорина Ирина Геннадьевна – д.м.н., заведующий кафедры гигиены и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»; e-mail: [zorinaig@mail.ru](mailto:zorinaig@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4827-2067>.

Емельянова Лилия Алексеевна – директор МАОУ «Академический лицей № 95 г. Челябинска»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6384-8258>.

Зорин Илья Алексеевич – юрист-консульт Городской клинической поликлиники № 8 г. Челябинска; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8765-7977>.

**Psychoemotional Status of Schoolchildren before and during Distance Learning at the Time of 2020 Coronavirus Lockdown**V.V. Makarova,<sup>1</sup> I.G. Zorina,<sup>2</sup> L.A. Emelyanova,<sup>3</sup> I.A. Zorin<sup>4</sup><sup>1</sup>Rospotrebnadzor Department in the Chelyabinsk Region, 73 Yelkin Street, Chelyabinsk, 454092, Russian Federation<sup>2</sup>South Ural State Medical University of the Russian Ministry of Health, 64 Vorovsky Street, Chelyabinsk, 454092, Russian Federation<sup>3</sup>Academic Lyceum No. 95, 23B Moldavskaya Street, Chelyabinsk, 454021, Russian Federation<sup>4</sup>Chelyabinsk City Polyclinic No. 8, 3 Lenin Avenue, Chelyabinsk, 454007, Russian Federation

**Summary. Introduction:** During lockdown, a student is influenced by a combination of external factors including family environment, increased social and emotional stress, higher educational and computer load, and higher responsibility for doing homework, which inevitably changes his psychoemotional sphere and coping behavior. In order to study characteristics of psychoemotional and behavioral reactions of schoolchildren before and during 2020 COVID-19 lockdown, we conducted a questionnaire-based survey of 1,160 fifth to eleventh graders aged 11–18 in the city of Chelyabinsk. **Results:** We established a high level of reactive anxiety in 7.9 % and 9.9 % and a low level in 63.4 % and 59.4 % of schoolchildren before and during lockdown, respectively. A high level of personal anxiety was observed in 33.6 % and 42.6 % of children and a low level – in 19.8 % and 16.8 % of schoolchildren before and during lockdown, respectively. Higher levels of reactive and personal anxiety were more prevalent in girls than in boys. We noted a high and increased levels of aggression in 78.6 % and 80.5 % and very high and high levels of neuroticism in 44.6 % and 44.4 % of the respondents before and during school closure, respectively. A high level of emotional excitability and neuroticization was observed in one third of the surveyed schoolchildren. The number of respondents with a high level of neuroticization and emotional excitability rose by 7.5 % and 4.0 % during lockdown, respectively. The proportion of successful distance learning schoolchildren increased by 16.8 %. **Conclusions:** Lockdown contributed to the increase in the levels of anxiety, aggressiveness, and neuroticism in school-age adolescents. The number of respondents

complaining of sleep disturbance, visual impairment and headaches became 2.7, 1.1, and 1.1 times higher during lockdown. We revealed significant differences in sleep disorders, headaches, dizziness, complaints of vision impairment, fatigue, and irritability between successful and unsuccessful schoolchildren ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** educational environment, reactive and personal anxiety, psychoemotional status, learning success, self-rated health, schoolchildren.

**For citation:** Makarova VV, Zorina IG, Emelyanova LA, Zorin IA. Psychoemotional status of schoolchildren before and during distance learning at the time of 2020 coronavirus lockdown. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):25–32. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-25-32>

**Author information:**

✉ Veronica V. **Makarova**, Head of the Department for Surveillance on Pediatric Hygiene, Rospotrebnadzor Department in the Chelyabinsk Region; e-mail: [makarovaveronika71@gmail.com](mailto:makarovaveronika71@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5678-0227>.

Irina G. **Zorina**, D.M.Sc., Head of the Department of Hygiene and Epidemiology, South Ural State Medical University; e-mail: [zorinaig@mail.ru](mailto:zorinaig@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4827-2067>.

Liliya A. **Emelyanova**, Director, Academic Lyceum No. 95, Chelyabinsk; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6384-8258>.

Ilya A. **Zorin**, Legal Adviser, Chelyabinsk City Polyclinic No. 8; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8765-7977>.

**Введение.** Современные условия обучения и воспитания в образовательных организациях характеризуются увеличением объема информации и напряженности учебного процесса, что обуславливает интенсивную мыслительную деятельность и может привести к напряжению психоэмоциональной сферы [1–7]. В связи с этим сохранение здоровья школьников приобретает в последние годы исключительно большое значение [8].

На школьника в период изоляции оказывает влияние комплекс факторов окружающей среды: внутрисемейное окружение, усиление социально-эмоционального напряжения, увеличение учебной и компьютерной нагрузки, повышение ответственности за выполнение домашних заданий, что, несомненно, изменяет его психоэмоциональную и поведенческую сферу. Особенностью периода изоляции является исключение и ограничение влияния факторов школьной окружающей среды с превалированием факторов жилой, социальной среды и повышенной компьютерной нагрузки.

Характерной особенностью образовательной среды является то, что одновременно с обучением в школе дети занимаются в организациях дополнительного образования. Система дополнительного образования способствует всестороннему развитию личности ребенка, однако занятия вне школы служат источником дополнительного влияния комплекса факторов, которые наряду с внутришкольными детерминантами воздействуют на учащихся. В доступной отечественной и зарубежной литературе отсутствуют сведения о влиянии дополнительных (учебных и внеучебных) нагрузок в период изоляции на психофизиологические показатели учащихся [9].

Человечество, вступив в третье тысячелетие, вместе с огромными достижениями в области технического прогресса приобрело новые источники страха [10]. Школьники в силу эмоциональной лабильности наиболее подвержены страхам, которые, накладываясь на традиционные детские фобии, могут приводить к серьезным нарушениям эмоциональной сферы вплоть до развития невротических расстройств [11–12]. В связи с этим изучение детских и подростковых страхов, а также личностных особенностей, которые предрасполагают к ним, представляется актуальной и практически значимой психологической задачей, особенно выраженной в период изоляции личности от общества. [10, 13].

В работе по психопатологии невротизма А. Кемпински (1975) описывает четыре вида страха: биологический, общественный, моральный и дезинтеграционный. Биологический страх связан с угрозой собственной жизни; общественный страх возникает в случае нарушения контактов в социальной сфере; моральный страх возникает, когда индивид не принимает в качестве ориентиров для собственного поведения нормы, предлагаемые окружающими; дезинтеграционный страх появляется при каждом изменении структуры информационного метаболизма. Отметим, что все четыре вида страха имеют место в настоящее время и особенно выражены в период эпидемии.

**Цель исследования** — изучить особенности психоэмоционального состояния учащихся 5–11-х классов школ г. Челябинска при освоении учебной программы до и во время периода изоляции.

**Материалы и методы.** Осуществлено обследование 1160 обучающихся 5–11-х классов школ г. Челябинска и проведена оценка полученных данных с учетом гендерных различий (мальчиков — 352, девочек — 808) по следующим показателям: уровни эмоционально-поведенческих реакций (тревожность — Ч.Д. Спилбергер — Ю.Л. Ханина (1983); агрессия — опросник А. Басса — А. Дарки (1957); эмоциональная возбудимость — опросник Б.Н. Смирнова (1970); невротизация — тест К. Хека и Х. Хесса (1975); нейротизм — опросник Г. Айзенка (1968)). Также выполнена оценка самочувствия по разработанной авторами анкете. Выбор учреждений осуществлялся при согласовании с администрациями образовательных организаций. Анкетирование проводилось у тех обучающихся, для кого было получено добровольное информированное согласие, подписанное родителями.

Для выражения степени успешности обучения (О.Б. Гилева, 2013) обследуемых использовали термины: «академическая успешность» и «успешность образовательной (учебной) деятельности», которые характеризуют успешность освоения учебных дисциплин и выражаются в баллах успеваемости по соответствующим предметам образовательного цикла; «школьная успеваемость» — более широкое понятие, которое, наряду с академической успешностью, включает в себя также качество социальных контактов ученика с другими участниками образовательного процесса и его адаптированность к ситуациям обучения. В соответствии с этим учащиеся отнесены к успешным либо неуспешным.

Оценку освоения школьной программы проводили по интегральным критериям дифференциации с учетом успеваемости (высокий уровень — более 80 баллов, средний уровень — 45–80 баллов, низкий уровень — менее 45 баллов).

**Результаты исследования.** Одним из направлений изучения страхов является исследование личностных и ситуационных особенностей, обуславливающих их возникновение. В качестве личностных детерминант страха нами исследовались тревожность, нейротизм, агрессивность и депрессия (таблица).

Выявлено, что у  $7,9 \pm 0,60$  % учащихся отмечен высокий уровень реактивной тревожности до периода изоляции и у  $9,9 \pm 0,65$  % учащихся во время периода изоляции, в то же время низкий уровень отмечен у  $63,4 \pm 1,44$  % учащихся и  $59,4 \pm 1,40$  %, соответственно ( $p < 0,05$ ).

По мнению Ч.Д. Спилбергера (1983), тревога как состояние и тревожность как свойство личности представляют собой неприятное по своей окраске эмоциональное состояние или внутреннее условие, которое характеризуется субъективными ощущениями напряжения, беспокойства, мрачных предчувствий. Состояние тревоги возникает, когда индивид воспринимает определенный раздражитель или ситуацию как несущие в себе актуально или потенциально элементы опасности, угрозы, вреда [12]. Таким образом, увеличение в 1,4 раза числа тревожных школьников в период изоляции свидетельствуют о дестабилизации процессов социальной и психологической адекватности.

По результатам наших исследований, высокий уровень личностной тревожности выявлен у  $33,6 \pm 1,95$  % респондентов в период до изоляции, у  $42,6 \pm 0,79$  % — во время изоляции, а низкий уровень — у  $19,8 \pm 0,65$  % и  $16,8 \pm 0,57$  % соответственно ( $p < 0,05$ ).

В качестве центральной причины тревожности у детей и подростков является потребность успешности в учебе, что порождает повышенную

личностную зависимость ребенка от сверстников, родителей, родственников.

Отмечено, что у школьников 5–8-х классов преобладает высокий уровень личностной тревожности, что, вероятно, связано со страхами несоответствия ожиданиям взрослых и сверстников, кардинальными перестройками личностных особенностей, сменой коллектива, а у учащихся 9–11-х классов реактивная тревожность в 1,4 раза превышает аналогичный показатель у школьников среднего звена. Отмечено снижение числа учащихся с высоким уровнем личностной тревожности в период изоляции (рис. 1).

С возрастом отмечается устойчивая тенденция к уменьшению числа учащихся с высоким уровнем как реактивной, так и личностной тревожности [12].

В исследованиях Б. Кочубей, Е. Новиковой установлено, что тревога девочек по своему содержанию отличается от тревоги мальчиков, причем чем старше дети, тем значительнее разница [14–15]. Тревога девочек чаще связана с другими людьми: их беспокоит отношение окружающих, возможность ссор, разлуки и др. Мальчиков чаще тревожит насилие в разных аспектах: боязнь физических травм, несчастных случаев, а также наказаний, источником которых являются родители или авторитетная личность вне семьи, что подтверждается и нашими исследованиями.

Высокие уровни личностной тревожности до периода изоляции выявлены чаще у девочек в сравнении с мальчиками: в 5–8-х классах — в 3,2 раза и в 9–11 классах — в 2,0 раза (рис. 2).

В период эпидемии (изоляции) тревожные дети и подростки чувствуют себя в семье значительно менее уверенно, ненадежно и незащищенно, чем их сверстники со средним уровнем тревожности.

Таким образом, полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что как до, так и во время периода изоляции

**Таблица. Показатели нервно-психического состояния школьников 5–11 классов до периода и в период изоляции, %**  
**Table. Indicators of the neuropsychic state of schoolchildren in grades 5–11 before and during 2020 coronavirus lockdown, %**

| Показатели / Indicators                   | Уровень / Level                              | До периода изоляции / Before lockdown | Во время периода изоляции / During lockdown | Статистическая значимость / Statistical significance, p |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Тревожность реактивная / Reactive anxiety | Высокий / High                               | $7,9 \pm 0,60$                        | $9,9 \pm 0,65$                              | $p < 0,05$                                              |
|                                           | Умеренный / Moderate                         | $28,7 \pm 1,02$                       | $30,7 \pm 0,85$                             | $p > 0,05$                                              |
|                                           | Низкий / Low                                 | $63,4 \pm 1,44$                       | $59,4 \pm 1,40$                             | $p < 0,05$                                              |
| Тревожность личностная / Personal anxiety | Высокий / High                               | $33,6 \pm 1,95$                       | $42,6 \pm 0,79$                             | $p < 0,05$                                              |
|                                           | Умеренный / Moderate                         | $46,6 \pm 1,35$                       | $40,6 \pm 1,12$                             | $p < 0,05$                                              |
|                                           | Низкий / Low                                 | $19,8 \pm 0,65$                       | $16,8 \pm 0,57$                             | $p < 0,05$                                              |
| Агрессивность / Aggressiveness            | Высокий и повышенный / High and elevated     | $78,6 \pm 0,86$                       | $80,5 \pm 0,75$                             | $p > 0,05$                                              |
|                                           | Средний / Moderate                           | $14,9 \pm 0,59$                       | $13,6 \pm 0,73$                             | $p > 0,05$                                              |
|                                           | Низкий / Low                                 | $6,5 \pm 0,27$                        | $5,9 \pm 0,69$                              | $p < 0,05$                                              |
| Депрессия / Depression                    | Тяжелая / Severe                             | $4,2 \pm 0,66$                        | $4,2 \pm 0,66$                              | $p > 0,05$                                              |
|                                           | Умеренная / Moderate                         | $2,1 \pm 0,34$                        | $1,4 \pm 0,16$                              | $p > 0,05$                                              |
|                                           | Легкая / Light                               | $13,4 \pm 0,64$                       | $15,6 \pm 0,17$                             | $p < 0,05$                                              |
|                                           | Отсутствует / None                           | $80,1 \pm 0,57$                       | $78,8 \pm 0,86$                             | $p < 0,05$                                              |
| Нейротизм / Neuroticism                   | Очень высокий и высокий / Very high and high | $44,6 \pm 0,70$                       | $46,4 \pm 0,44$                             | $p < 0,05$                                              |
|                                           | Средний / Medium                             | $25,9 \pm 1,09$                       | $24,1 \pm 0,78$                             | $p > 0,05$                                              |
|                                           | Низкий / Low                                 | $29,5 \pm 0,75$                       | $29,5 \pm 0,75$                             | $p > 0,05$                                              |

учащихся с личностной тревожностью в 4,26 и 4,3 раза больше, чем с реактивной. Вероятно, поэтому личностная тревожность у учащихся проявляется в тревожном восприятии окружающего мира, заключающего в себе угрозу и опасность собственно для самой личности.

Авторами А. Басса, А. Дарки (1957) выявлена взаимосвязь агрессивности и страха, которые состоят в отношениях взаимной детерминации, то есть агрессивность может вызывать разные формы страха, а страх провоцирует агрессивное поведение. Существуют разные формы агрессивности, связанные с формированием страхов, с различными психологическими механизмами, и выделяется несколько видов реакций, характеризующих проявление агрессивности и враждебности: физическая агрессия — использование физической силы против другого лица, косвенная агрессия — неявная, опосредованным путем направленная на другое лицо, и раздражение — готовность к проявлению негативных чувств при малом возбуждении.

По результатам исследований выявлено, что высокий и повышенный уровни агрессии до периода изоляции были отмечены у

78,6 ± 0,86 % школьников, а в период изоляции — у 80,5 ± 0,75 %.

По мнению А. Кемпински (1975), агрессия концентрируется изначально в незначительных трудностях и конфликтах, в дальнейшем растет и превращается в огромную проблему.

В результате исследования получены данные по 8 формам проявления агрессивности: физическая, косвенная агрессия, раздражение, негативизм, обида, подозрительность, вербальная агрессия, чувство вины. У 65 % обследованных школьников выявлена вербальная агрессия, которая проявляется в выражении негативных чувств как через форму (крик), так и через содержание словесных ответов (проклятия, угрозы). У 18,1 % респондентов отмечена обида и негативизм, которые проявляются в зависти и ненависти к окружающим, в оппозиционной манере поведения. Статистически значимых различий по полу и возрасту не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, наши исследования подтвердили положение о том, что страх и агрессия зачастую возникают и проявляются у учащихся одновременно. Интересно отметить, что плохое настроение, заниженная самооценка,

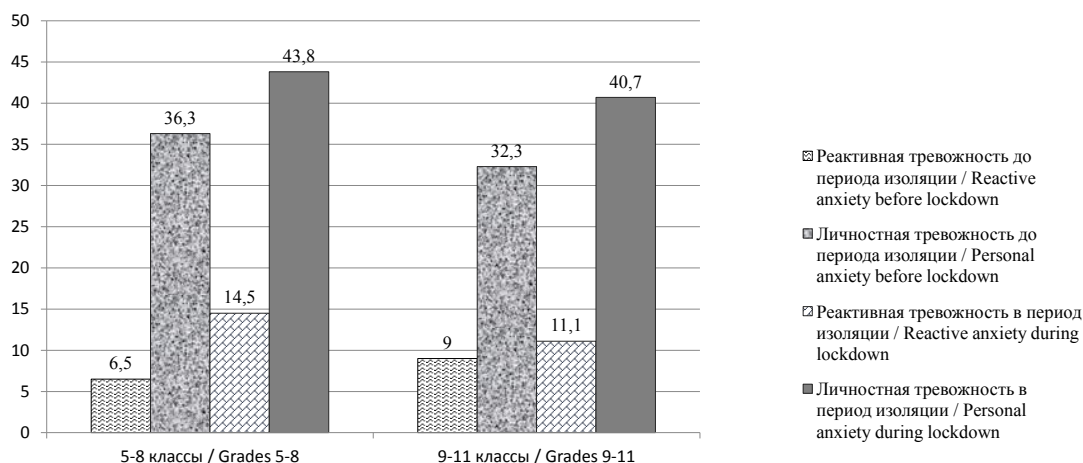


Рис. 1. Распределение школьников с высоким уровнем реактивной и личностной тревожности 5–8-х и 9–11-х классов до и в период изоляции (%)

Fig. 1. Distribution of schoolchildren with a high level of reactive and personal anxiety in grades 5–8 and 9–11 before and during lockdown (%)

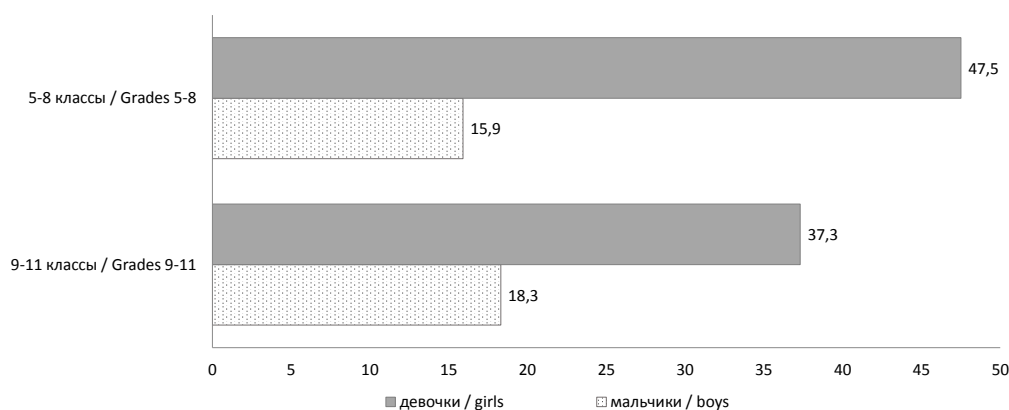


Рис. 2. Распределение школьников 5–8-х и 9–11-х классов с высоким уровнем личностной тревожности до периода изоляции с учетом пола (%)

Fig. 2. Distribution of schoolchildren with a high level of personal anxiety in grades 5–8 and 9–11 before lockdown by sex (%)

пессимизм, двигательная заторможенность, депрессивное состояние отмечены лишь у 4,2 % респондентов.

Нейротизм, рассматриваемый Г. Айзенком (1968) в качестве одной из важнейших детерминант человеческого поведения, также относится к числу свойств личности, связанных со склонностью к восприятию ситуации как угрожающей, и может выступать предиктором возникновения страхов [10]. Очень высокий и высокий уровни нейротизма отмечены почти у половины обследованных школьников:  $44,6 \pm 0,70$  % и  $46,4 \pm 0,85$  % соответственно в зависимости от периода изоляции. Высокий уровень нейротизма у этих школьников характеризуется эмоциональной неустойчивостью, тревогой, низким самоуважением и может проявляться вегетативными расстройствами.

Состояние эмоциональной нестабильности может приводить к неврозам и невротическим тенденциям в поведении школьника. По мнению К. Хека и Х. Хесса (1975), невротизация не обязательно развивается и достигает уровня невроза, поэтому у человека есть шанс уберечься от развития психической деформации. Тем не менее, очевидны неблагоприятные коммуникативные последствия невротизации, и личность становится сложной во взаимодействии с окружающими.

Результаты проведенных исследований выявили, что у 1/3 обследованных школьников

отмечены высокая степень эмоциональной возбудимости и невротизации. Существенных различий по возрасту и полу не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Во время изоляции отмечено достоверное увеличение числа респондентов с высоким уровнем невротизации (на 7,5 %), а также эмоциональной возбудимости (на 4,0 %), что коррелирует с полученными ранее результатами (рис. 3).

Одной из существенных проблем современного дистанционного образования является чрезмерное использование различных электронных устройств в обучении: персональных планшетов, компьютеров, ноутбуков, электронных книг, мобильных телефонов, аудиоплееров, что превращает его из традиционного преимущественно в техногенное [16–20]. Тотальная цифровизация приводит к изменению психофизиологического статуса современного школьника, что может выражаться как в успешности обучения, так и провоцировать появление психологических расстройств у учащихся [21–22]. Настоящим исследованием выявлено увеличение в период изоляции числа обучающихся с высоким уровнем успешности (на 16,8 %) и значительное снижение числа неуспешных школьников – на 2,4 % (рис. 4).

При исследовании невротических реакций у школьников проводился опрос для выявления нарушений сна, аппетита, головных болей,

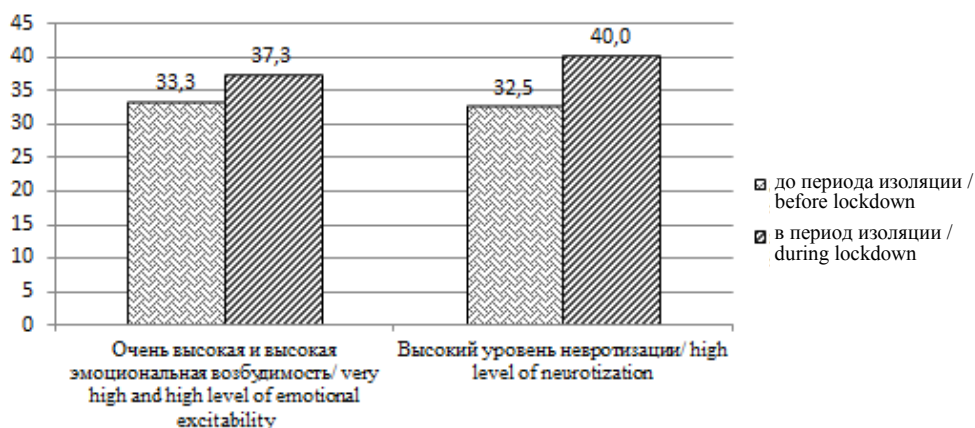


Рис. 3. Распределение школьников по уровню эмоциональной возбудимости и невротизации до и в период изоляции (%)  
Fig. 3. Distribution of schoolchildren by the level of emotional excitability and neuroticization before and during lockdown (%)

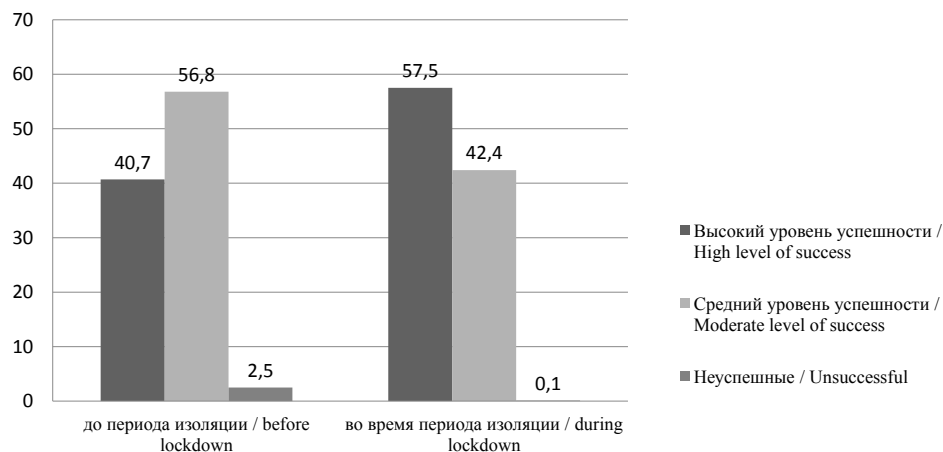


Рис. 4. Распределение школьников по уровню успешности до периода и в период изоляции, дистанционного обучения (%)  
Fig. 4. Distribution of schoolchildren by the level of learning success before and during lockdown and distance learning (%)

головокружений, болей в области живота, сердца, нарушений со стороны органов зрения и слуха, раздражительности, утомляемости, двигательной расторможенности (рис. 5).

Выявлены достоверные различия ( $p < 0,05$ ) у успешных и неуспешных в освоении учебной программы школьников в появлении нарушений сна, возникновении головных болей, головокружения: неуспешные школьники чаще отмечали эти нарушения (52,9 % и 40,2 % соответственно до и во время изоляции). Успешные учащиеся чаще предъявляли жалобы со стороны органа зрения, на утомляемость и раздражительность (рис. 6).

Полученные результаты позволяют достаточно надежно выявлять учащихся с проблемами психофизиологического статуса, состояния здоровья на донологическом уровне в период изоляции и построить достаточно эффективную систему мониторинга для разработки своевременных и целенаправленных профилактических рекомендаций.

### Выводы

1. При оценке психоэмоциональных состояний у учащихся выявлены высокие показатели реактивной тревожности —  $7,9 \pm 0,60$  %, личностной тревожности —  $33,6 \pm 1,95$  %, агрессивности —  $78,6 \pm 0,86$  %, невротизации —  $32,5 \pm 1,7$  %. В период изоляции данные показатели увеличились в 1,4, 1,2, 1,0, 1,2 раза соответственно, что, вероятно связано с влиянием дополнительных факторов окружающей среды. У школьников 5–8-х классов преобладает высокий уровень

личностной тревожности, а у учащихся 9–11-х классов — уровень реактивной тревожности, который в 1, 4 раза превышает аналогичный показатель у школьников среднего звена. В период изоляции отмечается снижение числа школьников с высоким уровнем личностной тревожности.

2. Установлены более высокие уровни реактивной и личностной тревожности во всех возрастных группах у девочек в сравнении с мальчиками ( $p < 0,05$ ). Высокие уровни личностной тревожности до периода изоляции выявлены чаще у девочек в сравнении с мальчиками: в 5–8-х классах — в 3,2 раза и в 9–11 классах — в 2,0 раза.

3. Доля успешных школьников до периода изоляции составляла 40,7 % и во время дистанционного обучения в условиях изоляции повысилась на 16,8 %. В то же время в период изоляции отмечено увеличение числа школьников с нарушениями сна в 2,7 раза, зрения — в 1,1 раза, с головными болями — в 1,1 раза.

4. Углубленное изучение психоэмоционального состояния учащихся позволяет сформировать алгоритм ведения на популяционном и индивидуальном уровне мониторинга их нервно-психического состояния с целью коррекции и совершенствования образовательного процесса, в том числе при организации дистанционного обучения.

**Информация о вкладе авторов:** Макарова В.В. — получение и анализ данных, подготовка рукописи

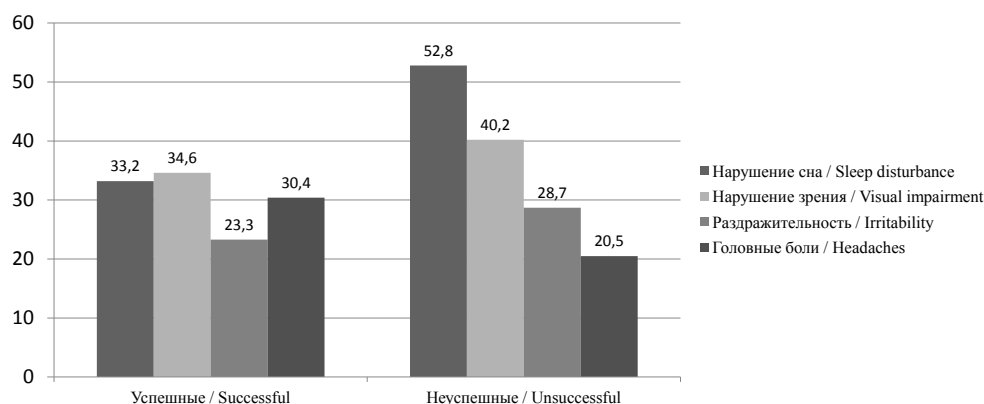


Рис. 5. Самооценка состояния здоровья школьников 5–11-х классов до и во время периода изоляции, дистанционного обучения (%)

Fig. 5. Self-rated health of schoolchildren in grades 5–11 before and during lockdown and distance learning (%)

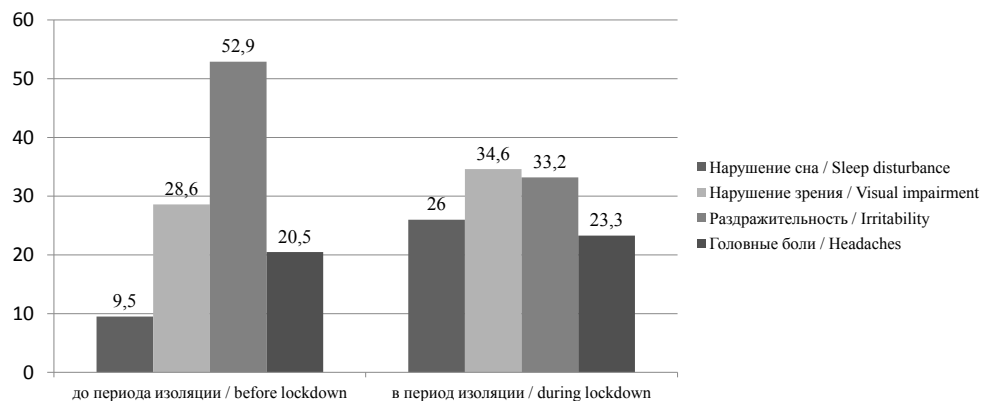


Рис. 6. Самооценка состояния здоровья успешных и неуспешных школьников (%)

Fig. 6. Self-rated health of successful and unsuccessful schoolchildren (%)

статьи, обзор публикаций по теме, статистическая обработка, вклад в концепцию и дизайн исследования; Зорина И.Г. — анализ данных, подготовка рукописи статьи, обзор публикаций по теме, статистическая обработка, существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи; Емельянова Л.А. — получение и анализ данных, вклад в концепцию исследования, участие в редактировании текста; Зорин И.А. — получение данных, вклад в концепцию и дизайн исследования.

**Финансирование:** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 14–19 см. References)

1. Кучма В.Р. Гигиеническая безопасность гиперинформатизации жизнедеятельности детей // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (11). С. 1059–1063.
2. Кучма В.Р. Теория и практика гигиены детей и подростков на рубеже тысячелетий. М.: НЦЗД РАМН, 2001. 375 с.
3. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Рапопорт И.К. и др. Популяционное здоровье детского населения, риски здоровью и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся: проблемы, пути решения, технологии деятельности // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (10). С. 990–995.
4. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Храмов П.И. Современные подходы к обеспечению гигиенической безопасности жизнедеятельности детей в гиперинформационном обществе // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2016. № 3. С. 22–27.
5. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В. Интенсификация учебной деятельности детей в современных условиях // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2015. № 1. С. 3–11.
6. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Тармаева И.Ю. Психофизиологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и интенсификации образования // Гигиена и санитария. 2016. № 95 (12). С. 1183–1188.
7. Сетко А.Г., Булычева Е.В., Сетко Н.П. Гигиеническая характеристика напряженности учебного процесса и физических реакций организма студентов с различным уровнем работоспособности // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 11 (320). С. 56–60.
8. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Медико-социальные проблемы воспитания подростков. М.: Издательство «ПедиатрЪ», 2014. С. 388.
9. Грицина О.П., Транковская Л.В. Особенности адаптации к общеобразовательной школе первоклассников, посещающих организации дополнительного образования // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 9 (306). С. 23–27.
10. Шкуратова И.П., Ермак В.В. Страхи подростков и их обусловленность тревожностью, нейротизмом и агрессивностью // Прикладная психология: достижения и перспективы. Ростов-на-Дону, Фолиант, 2004. С. 283–299.
11. Порецкова Г.Ю. Образовательная нагрузка и качество жизни учащихся лицей // Материалы VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием «Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях». 9–10 октября, 2018 г. Екатеринбург: УГМУ, 2018. С. 144–147.
12. Чубаровский В.В., Лагутева И.С., Кучма В.Р. Психические состояния у учащихся, подростков: ретроспективный анализ распространенности и пограничной психологической патологии // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 8 (293). С. 50–53.
13. Кузнецова М.Н. К вопросу о тревожных расстройствах и деструктивном поведении у подростков // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. 2016. Т. 4. № 4 (15). С. 73–79.
14. Сетко А.Г., Терехова Е.А., Тюрин А.В. Социально-психологическая адаптация детей и подростков как критерий риска воздействия факторов внутришкольной среды // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 9 (306). С. 39–42.
15. Кочубей Б.И., Новикова Е.В. Эмоциональная устойчивость школьника. М., 1988. 80 с.
16. Большаков А.М., Крутько В.Н., Донцов В.И. Возможности компьютерных систем для оценки донозологических изменений здоровья // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (11). С. 1115–1118.
17. Большаков А.М., Крутько В.Н., Кутепов Е.Н. и др. Информационные нагрузки как новый актуальный раздел гигиены детей и подростков // Гигиена и санитария. 2016. № 95 (2). С. 172–177.
18. Сетко Н.П., Садчикова Г.В. Современные подходы к охране психического здоровья детей и подростков (обзор литературы) // Оренбургский медицинский вестник. 2017. Т. 5. № 2 (18). С. 4–8.
19. Макарова Л.П., Соловьев А.В., Сыромятникова Л.И. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников // Молодой ученый. 2013. № 12 (59). С. 494–496.
20. Лапонова Е.Д. Гигиеническая оценка умственной работоспособности и эмоционального состояния учащихся разного пола на уроках с разной временной продолжительностью использования персонального компьютера // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 8 (305). С. 31–38.
21. Лукьянова С.Н., Карпикова Н.И., Григорьев Ю.Г. и др. Изучение реакций мозга человека на электромагнитные поля нетепловой интенсивности // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (9). С. 848–854.
22. Попова О.Л., Векшина М.С., Семенова Д.А. Гигиенические аспекты использования электронных образовательных ресурсов в школе и вузе // Материалы VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием «Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях» 9–10 октября, 2018 г. Екатеринбург: УГМУ, 2018. С. 140–142.

#### References

1. Kuchma VR. The minimization of the impact of information and communication technologies on the health and well-being of children. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 96(11):1059-1063. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1059-1063>
2. Kuchma VR. [Theory and Practice of Hygiene of Children and Adolescents at the Turn of Millennia.] Moscow: NTsZD RAMN Publ., 2001. 375 p. (In Russian).
3. Kuchma VR, Sukhareva LM, Rapoport IK, et al. Population health of children, risks to health and sanitary and epidemiological wellbeing of students: problems, ways of solution and technology of the activity. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 96(10):990-995. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-990-995>
4. Kuchma VR, Sukhareva LM, Khramtsov PI. Modern approaches to the support of the hygiene safety of children's life in hyperinformational society. *Voprosy Shkol'noy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2016; (3):22-27. (In Russian).
5. Kuchma VR, Tkachuk EA, Efimova NV. Hygienic assessment of the intensification of educational activity of children in modern conditions. *Voprosy Shkol'noy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2015; (1):3-11. (In Russian).
6. Kuchma VR, Tkachuk EA, Tarmaeva IYu. Psycho-physiological state of children in the conditions of

- informatization of their life activity and intensification of education. *Gigiena i Sanitariya*. 2016; 95(12):1183–1188. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1183-1188>
7. Setko AG, Bulycheva EV, Setko NP. Hygienic characteristic of the intensity of educational process and typology for physiological reactions of the body of each of students with different level of efficiency. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2019; (11(320)):56–60. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-320-11-56-60>
  8. Baranov AA, Kuchma VR, Sukhareva LM. [Medical and Social Problems of Education of Adolescents.] Moscow: Pediatr Publ., 2014. 388 p. (In Russian).
  9. Gritsina OP, Trankovskaya LV. Features of adaptation of first grade pupils, attending organizations of additional education, to the secondary school. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; (9(306)):23–27. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-306-9-23-27>
  10. Shkuratova IP, Ermak VV. [Fears of adolescents and their dependence on anxiety, neuroticism and aggressiveness.] In: [Applied Psychology: Achievements and Prospects.] Rostov-on-Don: Foliant Publ., 2004. Pp. 283–299. (In Russian).
  11. Poretskova GYu. [Educational burden and quality of life of lyceum students.] In: *Contemporary Model of Medical Support for Children in Educational Institutions: Proceedings of the 6th National Congress on School and University Medicine with international participation, Yekaterinburg, October 9–10, 2018*. Yekaterinburg: UGMU Publ., 2018. Pp. 144–147. (In Russian).
  12. Chubarovsky VV, Labuteva IS, Kuchma VR. Mental state students teenagers: a retrospective analysis of the prevalence of borderline mental pathology. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017; (8(293)):50–53. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-293-8-50-53>
  13. Kuznetsova MN. To the question about anxiety disorders and adolescents' destructive behavior. *Vestnik Soveta Molodykh Uchenykh i Spetsialistov Chelyabinskoy Oblasti*. 2016; 4(4(15)):73–79. (In Russian).
  14. Setko AG, Terekhova EA, Tyurin AV. Social and psychological adaptation of children and adolescents as criterion of risk of influence of factors of the intra school environment. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; (9(306)):39–42. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-306-9-39-42>
  15. Kochubei BI, Novikova EV. [Emotional Stability of a Student.] Moscow: Znanie Publ., 1988. 80 p. (In Russian).
  16. Bolshakov AM, Krutko VN, Dontsov VI. Possibilities of computer systems for assessment of prenosological changes of health. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 96(11):1115–1118. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1115-1118>
  17. Bolshakov AM, Krut'ko VN, Kutepov EN, et al. Informational hygiene as a new topical branch of hygiene of children and adolescents. *Gigiena i Sanitariya*. 2016; 95(2):172–177. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-2-172-177>
  18. Setko NP, Sadchikova GV. Modern approaches to protecting mental health of children and adolescents (review of literature). *Orenburgskiy Meditsinskiy Vestnik*. 2016; 5(2(18)):4–8. (In Russian).
  19. Makarova LP, Solovyov AV, Syromyatnikova LI. Actual problems of the students health formation at school. *Molodoy Uchenyy*. 2013; (12(59)):494–496. (In Russian).
  20. Laponova ED. Hygienic assessment of mental performance and emotional state of schoolchildren of different gender of 5–9 grades in lessons with different time duration of use a personal computer. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018; (8(305)):31–38. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-305-8-31-38>
  21. Lukyanova SN, Karpikova NI, Grigoryev YG, et al. The study of responses of the human brain to electromagnetic field of non-thermal intensity. *Gigiena i Sanitariya*. 2017; 96(9):848–854. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-9-848-854>
  22. Popova OL, Vekshina MS, Semenova DA. [Hygienic aspects of the use of electronic educational resources at school and university.] In: *Contemporary Model of Medical Support for Children in Educational Institutions: Proceedings of the 6th National Congress on School and University Medicine with international participation, Yekaterinburg, October 9–10, 2018*. Yekaterinburg: UGMU Publ., 2018. Pp. 140–142. (In Russian).



© Пережогин А.Н., Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В., 2021

УДК 614.7; 616-02

**Связь заболеваний у детей с воздействием компонентов выбросов целлюлозно-бумажных предприятий**А.Н. Пережогин<sup>1</sup>, М.А. Землянова<sup>2</sup>, Ю.В. Кольдибекова<sup>2</sup><sup>1</sup>ФКУЗ «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока» Роспотребнадзора, ул. Трилиссера, 78, г. Иркутск, 664047, Российская Федерация<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ул. Монастырская, 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* Для повышения эффективности предупреждения и устранения негативных последствий влияния аэрогенных химических факторов на население, в том числе детское, в промышленно развитых регионах России актуальной задачей является установление связи между воздействием компонентов выбросов промышленных производств и выявленными нарушениями здоровья. *Цель исследования* – установление связей фактически выявленных нарушений здоровья, ассоциированных с аэрогенным воздействием специфических химических веществ – компонентов выбросов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, у детей. *Материалы и методы.* Проведена гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха жилой зоны, определены критические органы и системы, рассчитан неканцерогенный риск, выполнено углубленное обследование детей, моделирование причинно-следственных связей. *Результаты.* В зоне влияния предприятий целлюлозно-бумажной промышленности установлено постоянное содержание в атмосферном воздухе фенола, бензола, толуола, ксилола и этилбензола до 4,83 ПДК<sub>сс</sub> и до 9,55 ПДК<sub>мр</sub>. Повышенные концентрации химических веществ создают неприемлемый уровень хронического неканцерогенного риска развития заболеваний органов дыхания, печени, почек, сердечно-сосудистой, иммунной, нервной систем и острого неканцерогенного риска – заболеваний иммунной системы. В условиях повышенного (до 1,5 раза) содержания в крови фенола и ксилолов у детей в 2,3 раза чаще регистрируются аллергические заболевания органов дыхания, до 1,5 раза – заболевания органов пищеварения. Доказана зависимость повышенной частоты заболеваний органов дыхания аллергической природы, болезней желчевыводящих путей, увеличения эозинофилов, индекса эозинофилии в назальном секрете, прямого и общего билирубина в сыворотке крови от концентрации фенола и ксилолов в крови. *Заключение.* Установлены причинно-следственные связи между аэрогенным воздействием фенола и ксилола – компонентов выбросов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности – и фактически выявленными нарушениями здоровья в виде повышенной частоты встречаемости заболеваний органов дыхания и пищеварения, подтвержденными изменением уровня лабораторных показателей, характеризующих состояние данных систем.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, выбросы предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, фенол, ксилол, неканцерогенный риск, органы дыхания и пищеварения, заболеваемость детей, причинно-следственные связи.

**Для цитирования:** Пережогин А.Н., Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В. Связь заболеваний у детей с воздействием компонентов выбросов целлюлозно-бумажных предприятий // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 33–40. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-33-40>

**Информация об авторах:**

**Пережогин** Алексей Николаевич – зав. отделом санитарной охраны территории и мониторинга ЧС ФКУЗ «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока» Роспотребнадзора; e-mail: [adm@chumin.irkutsk.ru](mailto:adm@chumin.irkutsk.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-468X>.

✉ **Землянова** Марина Александровна – д.м.н, профессор, заведующая отделом биохимических и цитогенетических методов диагностики ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: [zem@fcrisk.ru](mailto:zem@fcrisk.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8013-9613>.

**Кольдибекова** Юлия Вячеславовна – к.б.н., ст.н.с. с выполнением обязанностей заведующей лаборатории метаболизма и фармакокинетики отдела биохимических и цитогенетических методов диагностики ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», e-mail: [koldibekova@fcrisk.ru](mailto:koldibekova@fcrisk.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3924-4526>.

**Association between Exposure to Components of Pulp and Paper Industry Emissions and Diseases in Children**А.Н. Perezhogin,<sup>1</sup> М.А. Zemlyanova,<sup>2</sup> Yu.V. Koldibekova<sup>2</sup><sup>1</sup>Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East, 78 Trilisser Street, Irkutsk, 664047, Russian Federation<sup>2</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Street, Perm, 614045, Russian Federation

**Summary.** *Introduction:* To improve the efficiency of prevention and elimination of adverse health effects of airborne chemicals in children and adults, the industrially developed regions of Russian Federation face an urgent task of establishing the relationship between exposure to industrial emissions and diseases observed in the local population. The *objective* of our study was to establish a cause-and-effect relationship between inhalation exposure to components of pulp and paper industry emissions and health disorders in children. *Materials and methods:* We carried out ambient air quality testing in the residential area, established target organs and systems, assessed non-carcinogenic risk, conducted an in-depth child health examination, and modeled cause-effect relationships. *Results:* We established that phenol, benzene, toluene, xylene, and ethylbenzene were constantly present in the air in the vicinity of the pulp and paper mill. Their concentrations were up to 4.83 and 9.55 times higher than the average daily and one-time maximum permissible concentrations, respectively. High concentrations of chemicals posed unacceptable chronic non-carcinogenic risk of developing diseases of the respiratory, cardiovascular, immune, and nervous systems, liver, and kidney, as well as acute non-carcinogenic risk of diseases of the immune system. Elevated (up to 1.5 times) blood levels of phenol and xylenes were associated with a 2.3 times higher incidence rate of allergic respiratory diseases and an almost 1.5 times higher incidence of digestive diseases. We established the relationship between blood phenol and xylene levels and a higher incidence of allergic respiratory diseases and diseases of the biliary tract, an increased eosinophil count, nasal mucus eosinophilia, higher direct and total bilirubin in serum. *Conclusion:* Laboratory test results proved the relationship between inhalation exposure to phenol and xylene as components of pulp and paper industry emissions and higher incidence of diseases of the respiratory and digestive systems observed in the local child population.

**Keywords:** atmospheric air, pulp and paper industry emissions, phenol, xylene, non-carcinogenic risk, respiratory and digestive organs, incidence, children, cause-and-effect relationships.

**For citation:** Perezhogin AN, Zemlyanova MA, Koldibekova YuV. Association between exposure to components of pulp and paper industry emissions and diseases in children. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):33–40. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-33-40>

**Author information:**

Alexey N. **Perezhogin**, Head of the Department of Sanitary Protection of the Territory and Emergency Monitoring, Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East awarded with Order of the Red Banner of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-468X>.

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

Yulia V. **Koldibekova**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Acting Head of the Laboratory of Metabolism and Pharmacokinetics, Department of Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: koldibekova@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3924-4526>.

**Введение.** В последние годы Сибирский федеральный округ входит в число пяти округов, где зафиксирован удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением предельно допустимых максимальных разовых и среднесуточных концентраций в 1,5 раза и более относительно среднероссийских показателей<sup>1</sup>. Постоянная химическая нагрузка, формируемая низким качеством атмосферного воздуха в жилых застройках, расположенных в зонах влияния хозяйственной деятельности промышленных предприятий, представляет опасность для здоровья населения, в том числе детей, являющихся наиболее чувствительной группой риска. Об этом свидетельствует увеличение в 3,1–10,3 раза заболеваемости болезнями органов дыхания, пищеварения, сердечно-сосудистой, мочеполовой систем и др. по сравнению с показателями у детей, проживающих на территориях относительно санитарно-эпидемиологического благополучия [1–2]. Уровень загрязнения атмосферного воздуха и степень его опасности для здоровья подверженного населения во многом определяется региональными особенностями производства [2]. Так, например, территории с размещением предприятий лесохимической переработки и целлюлозно-бумажного производства характеризуются постоянным присутствием в атмосферном воздухе, наряду с общераспространенными соединениями (диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота), значительного количества специфических компонентов (бензол, фенол, ксилол, толуол, этилбензол и др.), относящихся преимущественно к первому и второму классам опасности [3].

По данным зарубежной и отечественной научной литературы, ароматические углеводороды, входящие в состав выбросов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, вызывают окислительное повреждение эпителиальных клеток и альвеолоцитов дыхательных путей с развитием воспалительной реакции за счет стимуляции производства хемокинов и провоспалительных цитокинов<sup>2</sup> [4–6]. Кроме того, фенол, ксилол, толуол способны нарушать генерацию, проведение и передачу нервного импульса, что связано с усилением окислительного стресса в нервной ткани, и, как следствие, нарушением целостности клеточной мембраны нейронов [7–9]. Данные соединения могут увеличивать проницаемость кровеносных сосудов в результате прямой модификации мембранных липидов и внутриклеточных белков,

что приводит к нарушению барьерной функции эндотелия, изменению гомеостаза и активации стресс-зависимых белков, ряда MAP-киназ и тирозиновых протеинкиназ, белков теплового шока и др. [10–11]. По данным экспериментальных исследований, при ингаляционном воздействии бензола и фенола на лабораторных животных установлены изменения слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта и печени, некрозы тканей [12–13]. Вышеперечисленные патогенетические механизмы при постоянном хроническом аэрогенном воздействии ароматических углеводородов и фенола могут формировать у детей дополнительные случаи заболеваний органов дыхания, пищеварения, нервной и сердечно-сосудистой систем.

В связи с этим предупреждение и устранение негативного влияния аэрогенных химических факторов на здоровье детей, проживающих на территории с размещением предприятий целлюлозно-бумажного производства, является актуальной задачей, для эффективного решения которой необходимо установление связи выявленных нарушений здоровья с воздействием загрязняющих веществ, являющихся компонентами аэрогенной техногенной нагрузки.

**Целью исследования** явилось установление причинно-следственных связей фактически выявленных нарушений здоровья у детей с аэрогенным воздействием специфических химических веществ, являющихся компонентами выбросов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.

**Материалы и методы.** Гигиеническая оценка химического загрязнения атмосферного воздуха жилой застройки в зоне размещения предприятий целлюлозно-бумажного производства (территория наблюдения) и зоны с отсутствием указанного вида производства (территория контроля) проведена по многолетним данным стационарных постов наблюдения сети Роспотребнадзора и Росгидромета за 2011–2019 гг. по фенолу, бензолу, ксилолу, толуолу и этилбензолу. Оценку данных проводили в соответствии с гигиеническими нормативами загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений<sup>3</sup>.

Определение критических органов и систем, расчет коэффициентов и индекса неканцерогенной опасности при хроническом и остром воздействии проведены в соответствии с методическими подходами, изложенными в Р 2.1.10.1920–04<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. 299 с.

<sup>2</sup> Урясьев О.М., Чунтыжева Е.Г., Панфилов Ю.А. Токсические поражения органов дыхания. М.: Спутник, 2015. 97 с.

<sup>3</sup> СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», введенны с 01.03.2021.

<sup>4</sup> Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

Настоящие исследования выполнены с соблюдением этических требований Хельсинкской декларации (ред. 2013 г.) и одобрены этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора. Проведено углубленное обследование 644 детей в возрасте 3–7 лет, посещающих детские дошкольные учреждения. В группу наблюдения включены 535 детей, проживающих на территории с размещением целлюлозно-бумажного производства, в группу сравнения – 109 детей, проживающих на территории контроля. Сравнимые группы сопоставимы по гендерному признаку, возрастному критерию и не имеют различий по социально-экономическим факторам риска здоровью. Все дети с момента рождения проживали и посещали детские дошкольные образовательные учреждения на территориях исследования. Законные представители детей добровольно подписали информированное согласие на участие несовершеннолетних в обследовании и публикацию данных.

Химико-аналитическое исследование крови на содержание бензола, толуола, о-, м-, п-ксилолов, этилбензола, фенола выполнено в соответствии с действующими методическими указаниями МУК 4.1.765–99<sup>5</sup>, МУК 4.1.2108–06<sup>6</sup> с использованием масс-спектрометра «Хроматэк Кристалл 5000.2».

В ходе углубленного обследования детей проводили анализ информации о количестве случаев заболеваний детей, полученной по результатам комплексного объективного врачебного осмотра, удовлетворяющего критериям Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого пересмотра (МКБ-10). Выделение приоритетных заболеваний со стороны критических органов и систем осуществляли по критериям: уровень заболеваемости в группе наблюдения, достоверно отличающийся от уровня заболеваемости в группе сравнения ( $p \leq 0,05$ ); наличие достоверной связи заболевания с воздействием изучаемых химических факторов атмосферного воздуха.

Неспецифическую сенсibilизацию организма детей оценивали по содержанию эозинофилов, нейтрофилов в назальном секрете, индексу эозинофилии. Оценку состояния сердечно-сосудистой системы проводили по уровню общего холестерина, аполипопротеина А1 (Апо А1), аполипопротеина В-100 (Апо В100) в сыворотке крови, отношению Апо В100/Апо А1; центральной нервной системы – по содержанию глутаминовой кислоты и  $\gamma$ -аминомасляной кислоты (ГАМК) в сыворотке крови; выделительной функции почек – по уровню креатинина и мочевой кислоты в сыворотке

крови; белоксинтезирующей функции печени – по активности аланинаминотрансферазы (АЛАТ), аспартатаминотрансферазы (АСАТ), щелочной фосфатазы в сыворотке крови; выделительной-концентрационной функции желчевыводящей системы – по содержанию общего и прямого билирубина в сыворотке крови; иммунорегуляции и гиперчувствительности иммунной системы – по уровню сывороточных иммуноглобулинов А, М, G; иммуноглобулину общему (IgE). Исследование биохимических и иммуноферментных показателей выполнено унифицированными методами с помощью биохимических анализаторов «Keylab» и «Humalyzer 2000», иммуноферментного анализатора «Elx808IU». Цитологический анализ выполнен унифицированным методом микроскопии<sup>7</sup> с использованием лабораторного микроскопа «DM 1000».

Полученные данные в обследованных выборках соответствовали закону нормального распределения, в связи с этим установленные концентрации химических веществ в крови и уровни лабораторных показателей оценивали на основании сравнительного анализа средних арифметических значений ( $M$ ) в группах и стандартной ошибки ( $m$ ). Оценку достоверности различий проводили с использованием критерия Манна – Уитни. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ Statistica 10.

Моделирование причинно-следственных связей между концентрацией химических веществ в крови и частотой регистрации диагнозов заболеваний, между концентрацией химических веществ в крови и отклонением лабораторного показателя ответа выполняли методом нелинейного регрессионного анализа. Оценку достоверности параметров и адекватности модели проводили на основании однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера ( $F > 3,96$ ), коэффициенту детерминации ( $R^2$ ) и  $t$ -критерию Стьюдента ( $t > 2$ ) при заданном уровне значимости  $p \leq 0,05$ <sup>8</sup>.

**Результаты исследования.** Результаты гигиенической оценки качества атмосферного воздуха за анализируемый период позволили установить на территории наблюдения постоянное присутствие следующих токсичных химических веществ: фенола (до 4,83 ПДКсс, до 9,50 ПДКмр), бензола (до 0,4 ПДКсс, до 1,77 ПДКмр), ксилола (до 1,00 ПДКсс, до 2,74 ПДКмр), этилбензола (до 0,5 ПДКсс, до 9,55 ПДКмр) и толуола (до 0,13 ПДКмр). В атмосферном воздухе территории контроля этилбензол, ксилол и толуол регистрировались ниже предела определения, а концентрации бензола и фенола установлены на уровне от 0,02 до 0,3 ПДКсс.

Результаты расчета коэффициента опасности при хроническом воздействии показали

<sup>5</sup> МУК 4.1.765–99 «Газохроматографический метод количественного определения предельных и ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, о-, м-, п-ксилол) в биосредах (кровь)» // Определение химических соединений в биологических средах: Сб. метод. указаний МУК 4.1.763–4.1.779–99. М.: Федеральный центр гос-санэпиднадзора Минздрава России, 2000. С. 24–32.

<sup>6</sup> МУК 4.1.2108–06 «Определение массовой концентрации фенола в биосредах (кровь)» // Определение вредных веществ в биологических средах: Сб. метод. указаний МУК 4.1.2102–4.1.2116–06. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. С. 74–85.

<sup>7</sup> Справочник по клиническим лабораторным методам исследования / Под ред. Е.А. Кост. М.: Медицина, 1975. 383 с.

<sup>8</sup> Гланц С. Медико-биологическая статистика / Под ред. Н.Е. Бузикашвили и соавт. М.: Практика, 1998. 459 с.

неприемлемые уровни неканцерогенного риска, формируемого концентрациями бензола ( $HQ_{Cg} = 1,3$ ) и фенола ( $HQ_{Cg} = 4,83$ ). Анализ индексов неканцерогенной опасности при комбинированной хронической аэрогенной нагрузке позволил установить неприемлемые уровни неканцерогенного риска развития заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой, иммунной и нервной систем, почек и печени (табл. 1).

Основной вклад в недопустимый уровень хронического риска ( $HI_{Cg}$ ) развития заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой и нервной систем, почек и печени составил фенол (от 78,7 % до 100,0 %); иммунной системы — бензол (до 100,0 %).

При комбинированном остром воздействии исследуемых химических веществ неприемлемый уровень канцерогенного риска установлен для бензола ( $AHQ = 3,54$ ); приемлемый уровень в отношении фенола, ксилола и толуола ( $AHQ = 0,02$ ), этилбензола ( $AHQ = 0,20$ ). На территории контроля превышений допустимого значения коэффициента опасности при хроническом и остром воздействии изучаемых химических веществ не установлено.

В крови детей группы наблюдения выявлена повышенная до 1,5 раза концентрация фенола, о-, м-, п-ксилола относительно показателей в группе сравнения ( $p = 0,0001-0,002$ ) (табл. 2).

На основании врачебного медицинского осмотра, выполненного бригадой педиатров ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», у обследованных детей установлены индивидуальные диагнозы основной и сопутствующей патологии. Результаты сравнительного анализа приоритетных классов болезней и нозологических форм у обследованных детей приведены в табл. 3.

Анализ результатов сравнительного анализа приоритетных классов болезней у обследованных детей позволил установить достоверно повышенную в 1,2–1,4 раза частоту встречаемости установленного диагноза по классам болезней органов дыхания и пищеварения у детей группы наблюдения относительно показателя в группе сравнения ( $p = 0,005-0,035$ ). У детей группы наблюдения достоверно чаще (в 2,3 раза) диагностировали заболевания органов дыхания аллергической природы и функциональные расстройства органов пищеварения ( $p = 0,020-0,037$ ). Результаты количественной оценки связи установленных диагнозов с концентрацией изучаемых аэрогенных химических факторов позволили установить, что у детей группы наблюдения выявлены прямые достоверные зависимости частоты встречаемости заболеваний органов дыхания аллергической природы ( $R^2 = 0,47-0,81$ ;  $-1,91 \leq b_0 \leq -3,52$ ;  $33,25 \leq b_1 \leq 489,40$ ;  $p = 0,0001$ ) и заболеваний органов пищеварения в виде болезней желчевыводящих путей ( $R^2 = 0,43-0,57$ ;  $-1,17 \leq b_0 \leq -3,24$ ;  $28,46 \leq b_1 \leq 240,16$ ;  $p = 0,0001$ ) от концентрации в крови фенола и ксилолов.

Результаты проведенного цитологического исследования назального секрета у детей группы наблюдения показали, что содержание нейтрофилов и эозинофилов достоверно превышает физиологическую норму ( $p = 0,0001$ ) (табл. 4).

Уровень индекса эозинофилии у детей группы наблюдения установлен в 1,4 раза выше, чем в группе сравнения ( $p = 0,045$ ). Установлены зависимости повышения уровня эозинофилов в назальном секрете от концентрации фенола и п-, м-ксилолов в крови ( $R^2 = 0,48-0,66$ ;  $-0,12 \leq b_0 \leq -0,51$ ;  $20,89 \leq b_1 \leq 656,75$ ;  $p = 0,0001$ ); повышения уровня индекса эозинофилии от концентрации о-ксилола в крови ( $R^2 = 0,66$ ;  $b_0 = -1,85$ ;  $b_1 = 252,51$ ;  $p = 0,0001$ ).

**Таблица 1. Индексы неканцерогенной опасности в условиях хронического и острого ингаляционного воздействия химических веществ на критические органы и системы у детей, проживающих в зоне влияния выбросов в атмосферу предприятий целлюлозно-бумажной промышленности**

**Table 1. Non-carcinogenic hazard indices for chronic and acute inhalation exposure to pulp and paper industry emissions and its effects on target organs and systems in the local child population**

| Критические органы и системы /<br>Target organs and systems | Индекс опасности (HI) / Hazard index          |                                     |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                             | Хроническое воздействие /<br>Chronic exposure | Острое воздействие / Acute exposure |
| Органы дыхания / Respiratory system                         | 4,83                                          | 0,06                                |
| Сердечно-сосудистая система / Cardiovascular system         | 6,13                                          | —                                   |
| Иммунная система / Immune system                            | 1,3                                           | 3,54                                |
| Центральная нервная система / Central nervous system        | 6,13                                          | 0,02                                |
| Почки / Kidney                                              | 4,83                                          | —                                   |
| Печень / Liver                                              | 4,83                                          | —                                   |

**Таблица 2. Результаты химического анализа крови обследуемых детей территорий наблюдения и контроля, мг/дм<sup>3</sup>**  
**Table 2. Blood chemistry test results in children of the experimental and control areas, mg/dm<sup>3</sup>**

| Химическое вещество /<br>Chemical | Территория наблюдения /<br>Experimental area | Территория контроля /<br>Control area | Достоверность различий средних<br>между группами / Significance of<br>intergroup mean differences |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Бензол / Benzene                  | 0,0012 ± 0,00006                             | 0,0011 ± 0,0001                       | 0,090                                                                                             |
| Толуол / Toluene                  | 0,00063 ± 0,00015                            | 0,00068 ± 0,00011                     | 0,597                                                                                             |
| О-ксилол / O-xylene               | 0,0015 ± 0,00029                             | 0,0010 ± 0,00012                      | 0,002                                                                                             |
| П, м-ксилол / p- and m-xylene     | 0,00028 ± 0,00002                            | 0,00020 ± 0,000003                    | 0,0001                                                                                            |
| Фенол / Phenol                    | 0,0197 ± 0,002                               | 0,0145 ± 0,001                        | 0,0001                                                                                            |
| Этилбензол / Ethylbenzene         | 0,000067 ± 0,000033                          | 0,00026 ± 0,00019                     | 0,050                                                                                             |

**Таблица 3. Сравнительный анализ приоритетных классов болезней и нозологий у детей исследуемых территорий**  
**Table 3. Comparative analysis of priority disease categories and illnesses in children living in the study areas**

| Класс болезней, нозологическая форма (МКБ-10) / Disease category, illness (ICD-10)                                                              | Частота встречаемости заболевания, % / Disease incidence, % |                                  | Достоверность различий в сравниваемых группах ( $p \leq 0,05$ ) / Significance of intergroup differences ( $p \leq 0.05$ ) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                 | Группа наблюдения / Case group                              | Группа сравнения / Control group |                                                                                                                            |
| Заболевания органов дыхания (J00-J99) / Diseases of the respiratory system (J00-J99)                                                            | 75,5                                                        | 55,3                             | 0,005                                                                                                                      |
| Аллергический ринит (J30.3) / Allergic rhinitis (J30.3)                                                                                         | 30,1                                                        | 12,8                             | 0,020                                                                                                                      |
| Бронхиальная астма (J45.0) / Bronchial asthma (J45.0)                                                                                           | 0,7                                                         | 0,0                              | 0,580                                                                                                                      |
| Болезни органов пищеварения (K00-K93) / Diseases of the digestive system (K00-K93)                                                              | 87,8                                                        | 72,9                             | 0,035                                                                                                                      |
| Болезни желчевыводящих путей (K83.8) / Diseases of biliary tract (K83.8)                                                                        | 47,7                                                        | 30,8                             | 0,037                                                                                                                      |
| Функциональная диспепсия (K30) / Functional dyspepsia (K30)                                                                                     | 8,3                                                         | 3,5                              | 0,267                                                                                                                      |
| Болезни нервной системы функционального характера (G90.8; G93.8, F98.0, F98.1) / Functional neurological disorders (G90.8; G93.8, F98.0, F98.1) | 71,0                                                        | 68,1                             | 0,686                                                                                                                      |
| Болезни сердечно-сосудистой системы (R01.0, Q24.8) / Diseases of the cardiovascular system (R01.0, Q24.8)                                       | 28,2                                                        | 40,4                             | 0,102                                                                                                                      |
| Болезни почек (N39.0, Q64.9) / Kidney disease (N39.0, Q64.9)                                                                                    | 1,1                                                         | 0                                | 0,490                                                                                                                      |

**Таблица 4. Сравнительный анализ лабораторных показателей, характеризующих негативные эффекты со стороны органов и систем у детей**

**Table 4. Comparative analysis of laboratory test variables demonstrating adverse health effects of industrial pollution in the exposed children**

| Лабораторный показатель / Laboratory test variables                                         | Физиологическая норма / Physiological norm | Группа наблюдения / Case group | Группа сравнения / Control group | Достоверность различий по средним / Significance of mean differences |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Назальный секрет / Nasal mucus                                                              |                                            |                                |                                  |                                                                      |
| Индекс эозинофилии, % / Eosinophil-to-neutrophil ratio (ENR), %                             | 0–13                                       | 5,38 ± 1,01                    | 3,93 ± 1,00                      | 0,045                                                                |
| Нейтрофилы, ед./п.зр. / Neutrophils, units/FOV                                              | 0–0                                        | 25,19 ± 1,60 <sup>1</sup>      | 31,96 ± 7,25                     | 0,071                                                                |
| Эозинофилы, ед./п. зр. / Eosinophils, units/FOV                                             | 0–0                                        | 11,05 ± 1,55 <sup>1</sup>      | 10,52 ± 5,22                     | 0,847                                                                |
| Сыворотка крови / Blood serum                                                               |                                            |                                |                                  |                                                                      |
| Холестерин общий, ммоль/дм <sup>3</sup> / Total cholesterol, mmol/dm <sup>3</sup>           | 3,11–5,44                                  | 4,27 ± 0,07                    | 4,35 ± 0,21                      | 0,539                                                                |
| АпоВ/АпоА1, г/дм <sup>3</sup> / АпоВ / АпоА1, g/dm <sup>3</sup>                             | 0,59–0,7                                   | 0,49 ± 0,02 <sup>1</sup>       | 0,34 ± 0,04                      | 0,0001                                                               |
| Аполипопротеин А1, г/дм <sup>3</sup> / Apolipoprotein A1, g/dm <sup>3</sup>                 | 0,93–1,72                                  | 1,65 ± 0,065                   | 2,02 ± 0,14 <sup>1</sup>         | 0,0001                                                               |
| Аполипопротеин В-100, г/дм <sup>3</sup> / Apolipoprotein B-100, g/dm <sup>3</sup>           | 0,48–1,25                                  | 0,78 ± 0,03                    | 0,65 ± 0,04                      | 0,0001                                                               |
| АЛТ, Е/дм <sup>3</sup> / ALT, units/dm <sup>3</sup>                                         | 5–42                                       | 12,01 ± 0,39                   | 11,79 ± 0,88                     | 0,659                                                                |
| АСАТ, Е/дм <sup>3</sup> / AST, units/dm <sup>3</sup>                                        | 6–37                                       | 28,80 ± 0,62                   | 28,75 ± 2,77                     | 0,969                                                                |
| Билирубин общий, мкмоль/дм <sup>3</sup> / Total bilirubin, μmol/dm <sup>3</sup>             | 0–18,8                                     | 9,53 ± 0,42                    | 6,48 ± 1,24                      | 0,0001                                                               |
| Билирубин прямой, мкмоль/дм <sup>3</sup> / Direct bilirubin, μmol/dm <sup>3</sup>           | 0–4,3                                      | 2,72 ± 0,10                    | 2,13 ± 0,33                      | 0,0001                                                               |
| Креатинин, мкмоль/дм <sup>3</sup> / Creatinine, μmol/dm <sup>3</sup>                        | 28–88                                      | 53,92 ± 1,02                   | 56,27 ± 1,59                     | 0,0001                                                               |
| Мочевая кислота, мкмоль/дм <sup>3</sup> / Uric acid, μmol/dm <sup>3</sup>                   | 140–350                                    | 234,58 ± 4,56                  | 225,05 ± 17,68                   | 0,298                                                                |
| γ-аминомасляная кислота, мкмоль/дм <sup>3</sup> / γ-aminobutyric acid, μmol/dm <sup>3</sup> | 0,039–0,319                                | 0,112 ± 0,011                  | 0,138 ± 0,017                    | 0,012                                                                |
| Глутаминовая кислота, мкмоль/дм <sup>3</sup> / Glutamic acid, μmol/dm <sup>3</sup>          | 83,24–131,24                               | 102,38 ± 4,73                  | 85,45 ± 5,87                     | 0,0001                                                               |
| IgG, г/дм <sup>3</sup> / IgG, g/dm <sup>3</sup>                                             | 7–12                                       | 11,55 ± 0,35                   | 14,92 ± 0,67                     | 0,916                                                                |
| IgM, г/дм <sup>3</sup> / IgM, g/dm <sup>3</sup>                                             | 1,26–2,2                                   | 1,34 ± 0,04                    | 1,89 ± 0,26                      | 0,244                                                                |
| IgA, г/дм <sup>3</sup> / IgA, g/dm <sup>3</sup>                                             | 1,17–2,2                                   | 1,42 ± 0,063                   | 1,702 ± 0,16                     | 0,016                                                                |
| IgE общий, МЕ/см <sup>3</sup> / IgE total, IU/cm <sup>3</sup>                               | 0–49,9                                     | 150,31 ± 39,36 <sup>1</sup>    | 135,07 ± 87,12 <sup>1</sup>      | 0,939                                                                |

Примечание: <sup>1</sup> – достоверность различий с физиологической нормой.

Notes: <sup>1</sup> – significantly different from the physiological norm.

У детей группы наблюдения относительно группы сравнения установлены изменения в уровнях лабораторных показателей, характеризующих риски функциональных нарушений сердечно-сосудистой, нервной систем и органов пищеварения. Об этом свидетельствует повышение в 1,2 раза уровня фракции Апо В100 и понижение в 1,3 раза уровня фракции Апо А1 ( $p = 0,0001$ ); повышение в 1,2 раза содержания глутаминовой кислоты и снижение в 1,3 раза уровня γ-аминомасляной кислоты в сыворотке крови ( $p = 0,0001–0,012$ ); повышение в 1,3–1,5

раза уровня прямого и общего билирубинов в сыворотке крови ( $p = 0,0001$ ). При этом установлены достоверные зависимости повышения уровня общего и прямого билирубинов в сыворотке крови при содержании в крови фенола ( $R^2 = 0,12–0,14$ ;  $-2,53 \leq b_0 \leq -3,03$ ;  $5,49 \leq b_1 \leq 9,29$ ;  $p = 0,0001$ ) и п-, м- кислоты ( $R^2 = 0,13–0,84$ ;  $-2,33 \leq b_0 \leq -2,87$ ;  $122,13 \leq b_1 \leq 154,51$ ;  $p = 0,0001$ ).

**Обсуждение.** Представленные результаты исследований показывают, что дети, проживающие на территории наблюдения, находятся в условиях хронической аэрогенной экспозиции

ряда химических веществ, входящих в состав выбросов предприятий целлюлозно-бумажного производства. Неудовлетворительное качество атмосферного воздуха по содержанию изучаемых химических компонентов формирует неприемлемый хронический расчетный неканцерогенный риск развития негативных ответов органов дыхания, сердечно-сосудистой, нервной и иммунной систем, почек, печени и неприемлемый острый неканцерогенный риск для иммунной системы. Выявленный по результатам анализа врачебных диагнозов рост частоты заболеваний органов дыхания аллергической природы и функциональных расстройств органов пищеварения у экспонированных детей может подтверждать негативное влияние фенола и ксилола на формирование заболеваний со стороны перечисленных критических систем. Несмотря на невозможность рассчитать хронический риск в силу отсутствия гигиенических нормативов среднесуточного содержания ксилола, толуола, этилбензола в атмосферном воздухе, установлены причинно-следственные связи между содержанием о-, м-, п- ксилола в крови и повышенной частотой встречаемости заболеваний органов дыхания и пищеварения.

Анализ результатов химико-аналитических исследований позволил определить в крови детей повышенные уровни фенола и ксилола, адекватные факторам аэрогенной техногенной нагрузки. Установленная достоверная связь между повышенным уровнем эозинофилов, индексом эозинофилии в назальном секрете, а также повышенным содержанием билирубина в сыворотке крови и концентрацией фенола и ксилолов в крови экспонированных детей подтверждает наличие повышенной частоты фактически выявленных заболеваний органов дыхания и пищеварения, связанных с аэрогенным воздействием данных химических веществ.

В условиях негативного воздействия фенола и ксилола, по данным зарубежных экспериментальных исследований, у животных наблюдался некроз эпителиальных клеток и желез, потеря ресничек, инфильтрация субэпителиальных лейкоцитов слизистой дыхательных путей [14–15]. Повреждение эпителия может привести к нарушению функции мембранного гликопротеина — кадгерина, обеспечивающего межклеточные адгезивные связи между клетками эпителия. Снижение экспрессии данного гликопротеина способствует модулированию иммунного ответа на воздействие химических факторов [16–19]. В зарубежных научных источниках не обнаружено данных о хроническом ингаляционном воздействии фенола и ксилолов на эпителий слизистой желудочно-кишечного тракта, при этом в ряде работ отмечены факты нарушения эпителиального барьера слизистой оболочки по причине дестабилизации мембранных микромонов, изменения архитектурной целостности эпителиального слоя при пероральном воздействии фенола [20–23]. В отечественных исследованиях сообщается, что у детей с высоким уровнем содержания в биосредах химических веществ, в том числе фенола, выражены моторно-тоническая дисфункция гепатобилиарной системы, гипертонус сфинктеров, гипокинез желчных протоков на фоне дисхолии [24].

Несмотря на то, что достоверные зависимости изменения уровней отдельных лабораторных показателей липидного спектра и нейротрансмиттеров от концентрации фенола и ксилола не установлены, обращает на себя внимание повышение фракции аполипопротеина В-100, отражающей концентрацию липопротеинов низкой плотности, и снижение фракции аполипопротеина А, обеспечивающей освобождение клеток от избытка холестерина, что свидетельствует о повышенном риске развития сердечно-сосудистых заболеваний [25–26]. Кроме этого, выявлен дисбаланс глутаматергического и ГАМКергического тонуса, что может приводить к изменению синаптической нейротрансмиттерной и гипервозбудимости нейронной сети [27–30].

В проведенном исследовании не исключается вероятность увеличения заболеваемости и изменения изучаемых биохимических показателей, связанных с возможным влиянием факторов, не изученных в данной работе. Однако выявленная связь между воздействием химических веществ и негативным ответом в виде фактического заболевания, а также изменения лабораторных показателей, характеризующих состояние ключевых органов и систем, дает основание говорить о доказанности одной из причин частого возникновения болезней органов дыхания и пищеварения — хроническом воздействии аэрогенных химических факторов риска, связанных с хозяйственной деятельностью изучаемого вида производства.

Полученные результаты являются основанием для разработки медико-профилактических мероприятий, направленных на минимизацию риска и устранение негативных последствий со стороны здоровья (органов дыхания и пищеварения), ассоциированных с воздействием компонентов выбросов хозяйствующего субъекта целлюлозно-бумажной промышленности (фенола и ксилолов).

**Заключение.** Выполненные исследования позволили установить причинно-следственные связи между аэрогенным воздействием фенола и ксилола — специфических компонентов выбросов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности — и фактически выявленными нарушениями здоровья в виде повышенной частоты встречаемости заболеваний органов дыхания и пищеварения, подтвержденных изменением уровня лабораторных показателей, характеризующих состояние целевых систем. Полученные связи целесообразно использовать для повышения эффективности разработки природоохранных и медико-профилактических мероприятий для населения в зоне влияния выбросов целлюлозно-бумажных производств.

#### Выводы

1. В атмосферном воздухе в зоне влияния предприятий целлюлозно-бумажной промышленности установлено постоянное содержание фенола, бензола, толуола и ксилола и этилбензола до 4,83 ПДК<sub>сс</sub> и до 9,55 ПДК<sub>мр</sub>.

2. Повышенные концентрации исследуемых химических веществ в атмосфере создают неприемлемый уровень хронического неканцерогенного риска (НПсг = 1,3–6,13) развития заболеваний органов дыхания, печени, почек, сердечно-сосудистой, нервной и иммунной

системы и острого неканцерогенного риска (АНІ = 3,54) иммунной системы.

3. Содержание фенола и ксиололов в крови детей, проживающих в зоне влияния выбросов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, до 1,5 раза превышает показатели у детей вне зоны экспозиции.

4. У детей с повышенным содержанием в крови фенола и ксиололов в 2,3 раза чаще регистрируются аллергические заболевания органов дыхания, до 1,5 раза – заболевания органов пищеварения.

5. Доказана зависимость частоты заболеваний органов дыхания аллергической природы и органов пищеварения в виде болезней желчевыводящих путей от концентрации в крови фенола и ксилолов ( $R^2 = 0.43-0.81$ ;  $p = 0.0001$ ).

6. Установлена достоверная связь между повышением уровня эозинофилов, индекса эозинофилии в назальном секрете, содержанием прямого и общего билирубина в сыворотке крови и концентрацией фенола и ксилолов в крови экспонированных детей ( $R^2 = 0,12-0,84$ ;  $p = 0,0001$ ).

**Информация о вкладе авторов:** А.Н. Пережогин – статистическая обработка материала, написание текста рукописи; М.А. Землянова – концепция и дизайн исследования, редактирование; Ю.В. Кольдибекова – написание текста рукописи, обзор публикаций по теме. Все соавторы: утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Финансирование:** Исследование выполнено без спонсорской поддержки в рамках бюджетного финансирования в соответствии с государственным заданием.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Настоящее исследование одобрено этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора.

Законные представители детей добровольно подписали информированное согласие на участие и публикацию данных несовершеннолетних, участвующих в обследовании.

**Список литературы**  
(пп. 5–9, 11–23, 25–29 см. References)

- системы и острогое неканцерогенного риска (АИП = 3,54) иммунной системы.
3. Содержание фенола и ксилолов в крови детей, проживающих в зоне влияния выбросов предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, до 1,5 раза превышает показатели у детей вне зоны экспозиции.
4. У детей с повышенным содержанием в крови фенола и ксилолов в 2,3 раза чаще регистрируются аллергические заболевания органов дыхания, до 1,5 раза – заболевания органов пищеварения.
5. Доказана зависимость частоты заболеваний органов дыхания аллергической природы и органов пищеварения в виде болезней желчевыводящих путей от концентрации в крови фенола и ксилолов ( $R^2 = 0,43-0,81$ ;  $p = 0,0001$ ).
6. Установлена достоверная связь между повышением уровня эозинофилов, индекса эозинофилии в назальном секрете, содержанием прямого и общего билирубина в сыворотке крови и концентрацией фенола и ксилолов в крови экспонированных детей ( $R^2 = 0,12-0,84$ ;  $p = 0,0001$ ).
- Информация о вкладе авторов:** А.Н. Пережогин – статистическая обработка материала, написание текста рукописи; М.А. Землянова – концепция и дизайн исследования, редактирование; Ю.В. Кольдибекова – написание текста рукописи, обзор публикаций по теме. Все соавторы: утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.
- Финансирование:** Исследование выполнено без спонсорской поддержки в рамках бюджетного финансирования в соответствии с государственным заданием.
- Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
- Настоящее исследование одобрено этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора.
- Законные представители детей добровольно подписали информированное согласие на участие и публикацию данных несовершеннолетних, участвующих в обследовании.
- ### Список литературы
- (пп. 5–9, 11–23, 25–29 см. References)
- Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. 2019. № 4. С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01
  - Горяев Д.В., Тихонова И.В., Новикова И.И. и др. Актуальность социально-гигиенической оценки региональных особенностей загрязнения атмосферного воздуха (на примере Красноярского края) // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с междунар. участием 13–15 мая 2015 г. Пермь: Книжный формат, 2015. С. 142–143.
  - Педенко А.С., Савватеева О.А. Экология деревообрабатывающей отрасли // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»; 2018. Доступно по: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018005341>. Ссылка активна на 08 февраля 2021.
  - Зайцева Н.В., Землянова М.А., Тарантин А.В. Нарушение белкового состава крови человека в условиях воздействия ароматических углеводородов // Экология человека. 2013. Т. 7. С. 15–26.
  - Ширинский В.П. Молекулярная физиология эндотелия и механизмы проницаемости сосудов // Успехи физиологических наук. 2011. Т. 42, № 1. С. 18–32.
  - Толмачева О.Г., Голованова Е.С., Аминова А.И. и др. Гепатобилиарные нарушения у детей в условиях антропогенного воздействия химических веществ // Фундаментальные исследования. 2012. № 8-1. С. 162–168. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30289> (дата обращения: 15.02.2021).
  - Зинченко В.П., Туровская М.В., Туровский Е.А. и др. Кальций-связывающие белки защищают гаммергические нейроны гиппокампа от гипоксии и ишемии in vitro // Биологические мембраны. 2017. Т. 34. № 5. С. 68–80. DOI: 10.7868/S0233475517050085
- ### References
- Popova AYU, Zaitseva NV, May IV. Population health as a target function and criterion for assessing efficiency of activities performed within “pure air” federal project. *Health Risk Analysis*. 2019; (4):4–13. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.01>
  - Goryaev DV, Tikhonova IV, Novikova II, et al. [The relevance of the socio-hygienic assessment of regional features of atmospheric air pollution (on the example of the Krasnoyarsk Territory).] In: *Actual Problems of Safety and Health Risk Analysis for the Population under the Influence of Environmental Factors: Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Perm, 13-15 May 2015*. Popova AYU, Zaitseva NV, editors. Perm: Knizhnyy Format Publ., 2015. Pp. 142–143. (In Russian).
  - Pedenko AS, Savvateeva OA. Ecology of the woodworking industry. In: *Proceedings of the 10th International Student Scientific Conference “Student Scientific Forum – 2018”*. Available at: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018005341>. Accessed: 8 Feb 2021. (In Russian).
  - Zaitseva NV, Zemlyanova MA, Tarantin AV. Human protein blood count disorders under impact of aromatic hydrocarbons. *Ekologiya Cheloveka [Human Ecology]*. 2013; (7):15–26. (In Russian).
  - Hu C, Hou J, Zhou Y, et al. Association of polycyclic aromatic hydrocarbons exposure with atherosclerotic cardiovascular disease risk: A role of mean platelet volume or club cell secretory protein. *Environ Pollut*. 2018; 233:45–53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.042>
  - Alshaarawy O, Zhu M, Ducatman A, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbon biomarkers and serum markers of inflammation. A positive association that is more evident in men. *Environ Res*. 2013; 126:98–104. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2013.07.006>
  - Salmina AB, Petrova MM, Taranushenko TE, et al. Alteration of neuron-glia interactions in neurodegeneration: molecular biomarkers and therapeutic strategy. In: *Neurodegenerative Diseases: Processes, Prevention, Protection and Monitoring*. Chang RC-C, editor. InTech, 2011. Pp. 273–300. DOI: <https://doi.org/10.5772/29157>
  - Ricci G, Volpi L, Pasquali L, et al. Astrocyte-neuron interactions in neurological disorders. *J Biol Phys*. 2009; 35(4):317–336. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10867-009-9157-9>
  - Niaz K, Bahadar H, Maqbool F, et al. A review of environmental and occupational exposure to xylene and its health concerns. *EXCLI J*. 2015; 14:1167–86. DOI: <https://doi.org/10.17179/excli2015-623>
  - Shirinsky VP. Molecular physiology of endothelium and mechanisms of vascular permeability. *Uspekhi Fiziologicheskikh Nauk*. 2011; 42(1):18–32. (In Russian).
  - Hsieh HJ, Liu CA, Huang B, et al. Shear-induced endothelial mechanotransduction: the interplay between reactive oxygen species (ROS) and nitric oxide (NO) and the pathophysiological implications. *J Biomed Sci*. 2014; 21(1):3. DOI: <https://doi.org/10.1186/1423-0127-21-3>

12. Toxicological profile for phenol. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry; September, 2008. 269 p.
13. Toxicological profile for benzene. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry; August 2007. 438 p.
14. Arslan E, Samanci B, Samanci BS, *et al.* Effects of xylene on respiratory mucosa in rats. *Int J Morphol.* 2016; 34(3):934–938. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022016000300019>
15. Karatepe HO, Kilincaslan H, Berber M, *et al.* The effect of vascular endothelial growth factor overexpression in experimental necrotizing enterocolitis. *Pediatr Surg Int.* 2014; 30(3):327–332. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00383-013-3460-z>
16. Nawijn MC, Hackett TL, Postma DS, *et al.* E-cadherin: gatekeeper of airway mucosa and allergic sensitization. *Trends Immunol.* 2011; 32(6):248–255. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.it.2011.03.004>
17. Zemans RL, Colgan SP, Downey GP. Transepithelial migration of neutrophils: mechanisms and implications for acute lung injury. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2009; 40(5):519–535. DOI: <https://doi.org/10.1165/rcmb.2008-0348TR>
18. Wills-Karp M, Nathan A, Page K, *et al.* New insights into innate immune mechanisms underlying allergenicity. *Mucosal Immunol.* 2010; 3(2):104–110. DOI: <https://doi.org/10.1038/mi.2009.138>
19. Ishiyama N, Lee S-H, Liu S, *et al.* Dynamic and static interactions between p120 catenin and E-cadherin regulate the stability of cell–cell adhesion. *Cell.* 2010; 141(1):117–128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.01.017>
20. McCall IC, Betanzos A, Weber DA, *et al.* Effects of phenol on barrier function of a human intestinal epithelial cell line correlate with altered tight junction protein localization. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2009; 241(1):61–70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2009.08.002>
21. Mandell KJ, Babbitt BA, Nusrat A, *et al.* Junctional adhesion molecule 1 regulates epithelial cell morphology through effects on beta1 integrins and Rap1 activity. *J Biol Chem.* 2005; 280(12):11665–74. DOI: <https://doi.org/10.1074/jbc.M412650200>
22. Steinbacher T, Kummer D, Ebnet K. Junctional adhesion molecule–A: functional diversity through molecular promiscuity. *Cell Mol Life Sci.* 2018; 75(8):1393–1409. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00018-017-2729-0>
23. Khounlotham M, Kim W, Peatman E, *et al.* Compromised intestinal epithelial barrier induces adaptive immune compensation that protects from colitis. *Immunity.* 2012; 37(3):563–573. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2012.06.017>
24. Tolmacheva OG, Golovanova ES, Aminova AI, *et al.* Hepatobiliary damage in children residing in conditions of anthropogenic impact of chemical matter. *Fundamental'nye Issledovaniya.* 2012; (8-1):162–168. Available at: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30289>. Accessed: 15 Feb 2021. (In Russian).
25. Reyes-Soffer G, Moon B, Hernandez-Ono A, *et al.* Complex effects of inhibiting hepatic apolipoprotein B100 synthesis in humans. *Sci Transl Med.* 2016; 8(323):323ra12. DOI: <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aad2195>
26. Chapman MJ, Ginsberg HN, Amarenco P, *et al.* Triglyceride-rich lipoproteins and high-density lipoprotein cholesterol in patients at high risk of cardiovascular disease: evidence and guidance for management. *Eur Heart J.* 2011; 32(11):1345–1361. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehr112>
27. Patri M. Synaptic transmission and amino acid neurotransmitters. In: *Neurochemical Basis of Brain Function and Dysfunction*. Heinbockel T, editor. IntechOpen, 2019. Pt 2. Pp. 539–981. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.82121>
28. Jansen M, Dannhardt G. Antagonists and agonists at the glycine site of the NMDA receptor for therapeutic interventions. *Eur J Med Chem.* 2003; 38(7–8):661–670. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0223-5234\(03\)00113-2](https://doi.org/10.1016/s0223-5234(03)00113-2)
29. Köhr G. NMDA receptor function: subunit composition versus spatial distribution. *Cell Tissue Res.* 2006; 326(2):439–446. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00441-006-0273-6>
30. Zinchenko VP, Turovskaya MV, Turovsky EA, *et al.* Calcium-binding proteins protect gabaergic neurons of the hippocampus from hypoxia and ischemia in vitro. *Biologicheskie Membrany.* 2017; 34(5):68–80. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.7868/S0233475517050085>

Статья получена: 17.01.21  
 Принята в печать: 03.03.21  
 Опубликовано: 31.03.21



© Лисецкая Л.Г., Шаяхметов С.Ф., 2021

УДК 556.124:669.711:614.7

## Уровень загрязнения снегового покрова фтористыми соединениями в зоне выбросов алюминиевого производства

Л.Г. Лисецкая, С.Ф. Шаяхметов

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»,  
г. Ангарск-27, а/я 1170, Иркутская область, 665827, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* Фтористые соединения являются одним из основных компонентов промышленных выбросов при производстве алюминия. Выпадение с атмосферными осадками фтористых соединений приводит к их накоплению в почве и поверхностных водах. В зимнее время года аккумуляция атмосферных выпадений позволяет оценить степень загрязнения фтористыми соединениями. *Целью* нашей работы явилось изучение содержания фторсодержащих компонентов в снежном покрове в зоне выбросов алюминиевого производства в г. Шелехове Иркутской области. *Материалы и методы.* Отбор снеговых проб производили в девяти точках на разном расстоянии от предприятия. Исследование проводили в водной фракции и твердом осадке. Измерение содержания фторидов осуществляли потенциометрическим методом с ионоселективным электродом. *Результаты исследования.* Водная фракция представляет собой раствор гидрофторида и фтористого натрия. Нерастворимые фториды являются смесью фторида алюминия, фтористого кальция, криолита и тетрафторалюминия. Во всех исследованных пробах доля растворимых фторидов превышала 90 %. В пределах городской агломерации загрязнение снега распределяется дифференцированно. Суммарное содержание фтористых соединений в жилых районах города в 14–21 раз выше соответствующего показателя в контрольной точке. В то же время в районе пригородного сельского поселения, которое расположено по направлению приоритетных для территории ветров, оно достигало 33-кратного превышения. *Выводы.* Основным источником загрязнения окружающей среды в Шелеховском районе Иркутской области является переработка криолита и фторсодержащих солей в технологическом цикле получения первичного алюминия с образованием фторсодержащих газообразных и твердых выбросов. На содержание техногенных примесей в атмосферных выпадениях существенное влияние оказывает удаленность от источника выбросов и преобладающие направления ветров. Показан вклад предприятия теплоэнергетики в техногенную нагрузку фтористых соединений на экосистему региона.

**Ключевые слова:** растворимые фториды, нерастворимые фториды, снеговой покров, производство алюминия, теплоэнергетика.

**Для цитирования:** Лисецкая Л.Г., Шаяхметов С.Ф. Уровень загрязнения снегового покрова фтористыми соединениями в зоне выбросов алюминиевого производства // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 41–46. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-41-46>

### Информация об авторах:

✉ **Лисецкая** Людмила Гавриловна – к.б.н., научный сотрудник лаборатории аналитической экотоксикологии ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»; e-mail: [lis\\_lu154@mail.ru](mailto:lis_lu154@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0876-2304>.

**Шаяхметов** Салим Файзылович – д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории аналитической экотоксикологии ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»; e-mail: [Salimf53@mail.ru](mailto:Salimf53@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8740-3133>.

## The Level of Snow Cover Contamination with Fluoride Compounds in the Emission Zone of a Primary Aluminum Smelter

L.G. Lisetskaya, S.F. Shayakhmetov

East-Siberian Institute of Medical and Environmental Research,  
PO Box 1170, Angarsk-27, Irkutsk Region, 665827, Russian Federation

**Summary.** *Background:* Fluoride compounds are one of the main components of industrial emissions from aluminum production. Natural deposition of fluorides with precipitation leads to their accumulation in soil and surface waters. In winter, the snow cover enables an assessment of industrial pollution with fluoride compounds. *The objective* of our work was to study fluoride levels in the snow cover in the emission zone of the primary aluminum smelter in the town of Shelekhov, Irkutsk Region. *Materials and methods:* Snow sampling was performed at nine points at different distances from the plant and fluoride concentrations were then measured in the aqueous fraction and solid precipitate by a potentiometric method with ion-selective electrode. *Results:* The aqueous fraction was a solution of hydrofluoride and sodium fluoride. Insoluble fluorides were found as a mixture of aluminum fluoride, calcium fluoride, cryolite, and aluminum tetrafluoride. We established that the soluble fraction exceeded 90 % in all snow samples. Within the urban agglomeration, snow pollution was distributed differentially. The total fluoride level in residential areas of Shelekhov was 14 to 21 times higher than that at the reference point. At the same time, in the area of a suburban rural settlement located downwind of the smelter, it reached a 33-fold excess. *Conclusion:* The main source of environmental pollution in the Shelekhovsky district of the Irkutsk Region is the processing of cryolite and fluoride salts in the primary aluminum production technological cycle generating fluorine-containing gaseous emissions and solid wastes. Concentrations of industrial pollutants in snow correlated with the distance from the source of emissions and the prevailing wind directions. Contribution of a heat power engineering enterprise to the industrial pollution of the local environment with fluorides was also revealed.

**Keywords:** soluble fluorides, insoluble fluorides, snow cover, aluminum production, thermal power engineering.

**For citation:** Lisetskaya LG, Shayakhmetov SF. The level of snow cover contamination with fluoride compounds in the emission zone of a primary aluminum smelter. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):41–46. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-41-46>

### Author information:

✉ **Lyudmila G. Lisetskaya**, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Laboratory of Analytical Ecotoxicology, East-Siberian Institute of Medical and Environmental Research; e-mail: [lis\\_lu154@mail.ru](mailto:lis_lu154@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0876-2304>.

**Salim F. Shayakhmetov**, D.M.Sc., Professor, Leading Researcher, Laboratory of Analytical Ecotoxicology, East-Siberian Institute of Medical and Environmental Research; e-mail: [Salimf53@mail.ru](mailto:Salimf53@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8740-3133>.

**Введение.** Фтористые соединения являются одним из наиболее опасных компонентов промышленных выбросов при производстве алюминия [1–4]. По данным мониторинга, среднемесячные концентрации фторидов в атмосферном воздухе стабильно превышают санитарные нормы<sup>1,2</sup>. Выпадение вместе с атмосферными осадками фтористых соединений приводит к их накоплению в почве и поверхностных водах. В зимнее время года они аккумулируются в снежном покрове и накапливаются в течение 5–6 месяцев. Вследствие этого изучение снежного покрова как деполирующей среды экотоксикантов является надежным объектом для оценки загрязнения приземного слоя атмосферы и установления путей транспортировки загрязнителей от их источника [5–7].

Исследованию загрязнения снежного покрова различных районов Прибайкалья посвящен ряд работ, проведенных за последние 10–15 лет [5, 8, 9]. В них дана, главным образом, оценка содержания полициклических ароматических соединений и тяжелых металлов. Однако Прибайкалье характеризуется высокой концентрацией производств по выпуску первичного алюминия благодаря наличию доступной и дешевой электроэнергии ГЭС. Братский и Иркутский алюминиевые заводы, входящие в систему, на протяжении 40 с лишним лет вырабатывают более 1 миллиона тонн алюминия в год. Кроме того, коммерческими планами предусмотрены пуск и эксплуатация двух новых заводов в г. Тайшет и п. Богучаны. Приоритетными загрязнителями окружающей среды от алюминиевого производства являются твердые и газообразные фториды [10]. Масштабная оценка геоэкологических аспектов распределения фтористых соединений проведена только для г. Братска [11–13]. В перечне загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу Братска, наряду с прочими, значатся гидрофторид и твердые фториды, которые не расшифровываются<sup>2</sup>. В изученной нами ранее технологии электролитического получения алюминия, применяемой на данном предприятии, основным компонентом реакционной массы является расплав криолита  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , в котором растворен глинозем  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [14]. Кроме того, в состав исходного сырья входят различные добавки, в том числе содержащие фтористый алюминий  $\text{Al}_2\text{F}_3$  и фтористый (плавиковый) шпат  $\text{CaF}_2$ . Реакционная смесь загружается в открытые электролизные ванны в виде сухих компонентов. В результате процесса электролиза происходит выделение большого количества гидрофторида HF. Необходимо отметить, что все процессы протекают при очень высокой температуре (960 °C), в результате чего, кроме исходных компонентов, образуются и другие вещества. Например, в процессе рекристаллизации аэрозоля электролита появляются волокна натрий-алюминий тетрафторида [15]. Технологические операции осуществляются

при недостаточной герметизации оборудования, и все эти соединения, становясь компонентами производственных выбросов, попадают в атмосферу. Таким образом, пылевые и газовые аэрозоли часто имеют сложный смешанный состав, содержащий гидрофторид, фторид натрия, фториды из криолита (в форме частиц и газа), фтористый алюминий, частицы натрий-алюминий тетрафторида, фторид кальция. Как уже было отмечено, в качестве источника техногенных фторидов в атмосфере г. Шелехова рассматривается алюминиевое производство. Однако, по данным Y.W. Feng с соавторами, отмечены высокие концентрации фторидов в аэрозольных выбросах, образующихся при сжигании угля, особенно возрастающие в зимнее время [3]. Промышленная площадка г. Шелехова наряду с алюминиевым производством включает в себя Шелеховский участок Ново-Иркутской ТЭЦ (ТЭЦ-5) – основной источник системы теплоснабжения города – мощность которого составляет 18 МВт. На ТЭЦ Южного Приангарья используется, в основном, уголь, добываемый в Иркутской области. Элементный состав данного вида топлива не учитывается при расчете выбросов в атмосферу. О поступлении техногенных фторидов в атмосферу при сжигании местного угля на предприятиях теплоэнергетики г. Братска указывали ранее Н.И. Янченко с соавторами [12].

**Цель исследования.** Целью нашей работы явилось изучение содержания фторсодержащих компонентов в снежном покрове в зоне выбросов алюминиевого производства в г. Шелехова Иркутской области.

**Материалы и методы.** Отбор проб снега проводили в марте 2018 года в девяти точках города на разном расстоянии и в различных направлениях от предприятия по производству алюминия. Точка 1 – 0,14 км от центральной проходной на северо-восток; точка 2 – 0,35 км к югу, непосредственно за территорией предприятия; точка 3 – 2,1 км в юго-восточном направлении (окрестности п. Олха); точка 4 – центр города, жилые дома расположены на расстоянии 1,8 км к северо-востоку от производственной площадки; точка 5 – центр города в 2 км к северу; точка 6 – центр города, 2,2 км в северном направлении; точка 7 – жилые дома на расстоянии 1,4 км в направлении север – северо-запад; точка 8 – жилые дома в северо-западном направлении на расстоянии 1,4 км от производства; точка 9 – загородный поселок в лесной зоне к северо-западу на расстоянии 9 км. В связи с тем, что для гигиенической оценки территории имеет значение влияние выбросов на селитебную зону, 5 точек отбора из 9 (4, 5, 6, 7, 8) расположены на городской жилой территории. Точки отбора 1, 2 и 3 находятся в стороне от городской застройки по разные стороны от заводской территории. Точка 9 выбрана в качестве контрольной как наиболее отдаленная. В западном, юго-западном и восточном направлениях от промышленной зоны жилые строения отсутствуют, поэтому в

<sup>1</sup> Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Иркутской области в 2015 году»: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://usolie-raion.ru/vlast/federalnye> (дата обращения: 03.06.2019).

<sup>2</sup> Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2017 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://irkobl.ru/sites/ecology/picture> (дата обращения: 03.06.2019).

нашем исследовании загрязнение природной среды в этих направлениях не изучалось. Все точки отбора были выбраны на расстоянии не менее 100 м до автомагистралей во избежание загрязнения снежного покрова выбросами автотранспорта. Отбор проб производили на всю глубину снежного покрова в виде кернов с площадью основания 100 см<sup>2</sup>. В каждой точке отбирали 5 проб в виде конверта размером 25 м<sup>2</sup>, которые в последующем объединяли и после растаивания снега усредняли. Для анализа брали 1 л талой воды, из которой тщательно убирали растительные остатки. Пробу фильтровали через беззольный фильтр «синяя лента». Для определения нерастворимых фторидов фильтр с осадком высушивали, промывали дистиллированной водой и сжигали в муфельной печи при температуре 400 °С в платиновом тигле. Полученную золу плавляли со смесью карбоната натрия и борной кислоты, плав растворяли в воде, подкисленной соляной кислотой. Измерение содержания фторидов в пробах осуществляли потенциометрическим методом с ионоселективным электродом на фоне цитратного буферного раствора.

**Результаты исследования.** Результаты определения фтористых соединений в снежном покрове представлены в табл. 1.

Максимальное количество фтористых соединений в пробах обнаружено в непосредственной близости от производственной площадки, причем их содержание в составе атмосферных осадков, выпавших в северном и южном направлениях, существенно не отличалось. На расстоянии до 1,5 км в направлении север – северо-запад в жилых кварталах центральной части города общее содержание фтористых соединений в снежном покрове снижалось в 2,5–2,8 раза. При удалении до 2 км их количество уменьшалось в 3,9–4,4 раза. В то же время в юго-восточном направлении на расстоянии 2 км суммарная концентрация фтористых соединений была в 1,7 раза ниже, чем вблизи промплощадки.

Как видно на рисунке, в структуре атмосферных выпадений твердые фториды в большей степени присутствовали в точках 1 и 2, что легко объясняется их близким расположением к промплощадке. Точки отбора № 5, 6, 7 соответствуют жилому району центра города. В них найдено наименьшее количество растворенных

и твердых фторидов. В контрольной точке на расстоянии 9 км к северо-западу от промплощадки концентрация фторидов снижалась в 53 раза по сравнению с территорией, прилегающей к промплощадке, и в 20 раз – по сравнению с крайней городской точкой, обследованной в этом направлении (4 км).

**Обсуждение результатов.** Структура атмосферных выпадений фторидов имеет водную фракцию, представленную растворимыми формами, и нерастворимую, образованную твердыми фторидами. Во всех исследованных пробах доля растворимых фторидов превышала 90 %. Исходя из состава производственных выбросов, можно предположить, что они представляют собой смесь гидрофторида и фтористого натрия. Нерастворимые фториды являются смесью фторида алюминия, фтористого кальция, криолита и тетрафторалюмината натрия.

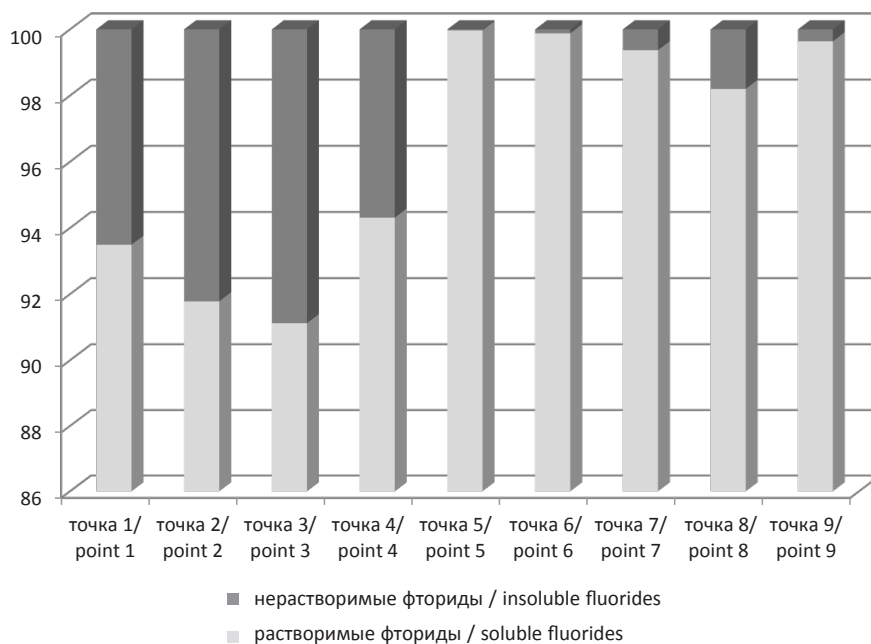
Многолетние усредненные данные свидетельствуют, что в г. Шелехове доминирующими направлениями ветров являются северо-западные, западные и юго-восточные (табл. 2), что согласуется с высоким уровнем накопления фторидов на соответствующих направлениях.

Расчеты показали, что оседание фторидов в снежном покрове имеет отрицательную зависимость от частоты повторяемости ветров (коэффициент корреляции –0,89). Так, при ветрах в северном и северо-восточном направлении с повторяемостью 2,7 и 6,2 % в год на расстоянии 2 км оседает 26 % фторидов по сравнению с расположенной вблизи к источнику выбросов. На том же расстоянии от источника выбросов в северо-западном направлении (повторяемость 21,4 %) оседает 40 % токсиканта, а в юго-восточном направлении (повторяемость 26,6 %) – уже 66 %. Представляет интерес тот факт, что значительное количество твердых фторидов отмечено на расстоянии свыше 2 км к юго-востоку от предприятия в окрестностях п. Олха (точка 3). Перенос твердых веществ на такое расстояние обусловлен, по-видимому, преобладанием ветров с северо-запада (24–26,6 %). Доминирование северо-западных и юго-восточных ветров способствует тому, что большая часть территории г. Шелехова находится за пределами основной зоны рассеивания выбросов предприятия по производству алюминия. Тем не менее, ветра с юго-востока, частота которых

Таблица 1. Количество фтористых соединений в снежных пробах г. Шелехова

Table 1. Fluoride concentrations in snow samples taken in the town of Shelekhov

| Точка отбора /<br>Sampling point | Концентрация фторсодержащих соединений в снежном покрове, мг/дм <sup>3</sup> /<br>Fluoride concentration in snow cover, mg/dm <sup>3</sup> |                                                              | Сумма фторсодержащих соединений,<br>мг/дм <sup>3</sup> / Total fluoride concentration in<br>snow cover, mg/dm <sup>3</sup> |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | Растворимые фториды / Soluble<br>fluorides                                                                                                 | Нерастворимые твердые фториды /<br>Insoluble solid fluorides |                                                                                                                            |
| 1                                | 29,46 ± 0,71                                                                                                                               | 2,04 ± 0,024                                                 | 31,51 ± 0,68                                                                                                               |
| 2                                | 25,23 ± 0,56                                                                                                                               | 2,26 ± 0,02                                                  | 27,49 ± 0,52                                                                                                               |
| 3                                | 16,62 ± 0,35                                                                                                                               | 1,62 ± 0,056                                                 | 18,24 ± 0,31                                                                                                               |
| 4                                | 7,57 ± 0,10                                                                                                                                | 0,47 ± 0,06                                                  | 8,076 ± 0,10                                                                                                               |
| 5                                | 7,00 ± 0,05                                                                                                                                | 0,002 ± 0,001                                                | 7,00 ± 0,07                                                                                                                |
| 6                                | 8,31 ± 0,19                                                                                                                                | 0,004 ± 0,001                                                | 8,31 ± 0,18                                                                                                                |
| 7                                | 12,54 ± 0,09                                                                                                                               | 0,080 ± 0,011                                                | 12,62 ± 0,10                                                                                                               |
| 8                                | 11,45 ± 0,07                                                                                                                               | 0,22 ± 0,01                                                  | 11,66 ± 0,06                                                                                                               |
| 9                                | 0,55 ± 0,04                                                                                                                                | 0,005 ± 0,001                                                | 0,55 ± 0,04                                                                                                                |



**Рисунок.** Содержание растворимых и нерастворимых форм фтористых соединений в снежных пробах, %  
**Figure.** The proportion of soluble and insoluble fluorides in snow samples, %

составляет 21,4 %, обеспечивает достаточно высокое содержание фтористых соединений в снеговом покрове даже на расстоянии от 2 до 4 км (точки 7 и 8). При этом суммарная концентрация фторсодержащих соединений уменьшилась на 8 %. Аналогичные исследования, проведенные в Братске, показали, что повышение концентрации фтора в суточных пробах дождя наблюдалось при юго-западном и северо-западном ветрах, наибольшие концентрации — при северо-западном ветре, а в суточных осадках снега повышенная концентрация фтора отмечена при южном, юго-западном, западном и северо-западном ветрах, наибольшие концентрации — при северо-западном и юго-западном ветрах [11]. Таким образом, несмотря на то, что расстояние между этими городами составляет 520 км, сходные климатико-географические условия обуславливают и сходный характер оседания промышленных загрязнителей в окружающей среде.

Нами произведен ориентировочный пересчет техногенного поступления фтора на территорию Шелеховского района. По данным Государственного доклада<sup>4</sup>, в атмосферный воздух г. Шелехова в 2018 г. поступило 400,626 т газообразных и 605,734 т плохо растворимых фторидов. За этот же период на Шелеховском участке Ново-Иркутской ТЭЦ использовано угля в количестве 120 722 т условного топлива<sup>5</sup>. С учетом коэффициента пересчета условного топлива в натуральный Черемховский уголь<sup>6</sup> расход составил 160 534,6 т. При содержании в 1 т угля 500 г F [16] техногенное поступление F от теплоэнергетики на данную территорию составило 0,78 т, что не превышает 0,1 % от поступления фторидов с выбросами алюминиевого производства. Таким образом, предприятия теплоэнергетики в г. Шелехова ввиду невысокой мощности вносят незначительный вклад во фтористую нагрузку на экосистему региона. Однако на близко расположенных

**Таблица 2.** График ветров в г. Шелехове с усредненными значениями<sup>3</sup>  
**Table 2.** The wind pattern in the town of Shelekhov with averaged values<sup>3</sup>

| Направление – откуда дует ветер / Meteorological wind direction             | Север / North | Северо-восток / Northeast | Восток / East | Юго-восток / Southeast | Юг / South | Юго-запад / Southwest | Запад / West | Северо-запад / Northwest |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|---------------|------------------------|------------|-----------------------|--------------|--------------------------|
| Частота повторяемости ветров, % / Frequency of wind direction occurrence, % | 6,3           | 4,4                       | 9,4           | 21,4                   | 2,7        | 6,2                   | 23,1         | 26,6                     |

<sup>3</sup> Архив погоды в Шелехове [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://world-weather.ru/archive/russia/shelekhov/> (дата обращения: 03.09.2020).

<sup>4</sup> Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2018 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://irkobl.ru/sites/ecology/picture> (дата обращения: 03.09.2020).

<sup>5</sup> Государственный доклад о состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2017 году. М., 2018 329 с.

<sup>6</sup> Приказ Росстата от 16.11.2017 № 761 «Об утверждении Указаний по заполнению формы федерального статистического наблюдения №4-ТЭР «Сведения об использовании топливно-энергетических ресурсов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_283734/a5ee539295f012817da4e3804ebad6a17ae](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_283734/a5ee539295f012817da4e3804ebad6a17ae) (дата обращения: 03.09.2020).

ТЭЦ в городах Иркутске и Ангарске потребление угля выше в 8 и 16 раз соответственно.

Атмосферные выпадения приводят к накоплению поллютантов в почвенном покрове, что способствует их аккумуляции в пищевых продуктах и кормах для сельскохозяйственных животных. Многолетняя эмиссия фторидов с выбросами алюминиевых производств привела к деградации хвойных лесов в Норвегии, пастбищ в Канаде, проявлению флюороза у сельскохозяйственных животных в Шотландии, Англии и Уэльсе [17, 18]. В пищевых цепочках продукты животноводства и растениеводства служат дополнительным источником поступления фторидов в организм человека. Многочисленные исследования показали, что даже в случае содержания фторидов в сельскохозяйственной продукции, не превышающего национальные стандарты, при отсутствии индивидуального риска необходимо подразумевать высокий уровень неканцерогенного риска для здоровья и хронической токсичности для детей и взрослых [19, 20].

#### Выводы

1. Основным источником загрязнения окружающей среды в Шелеховском районе Иркутской области является предприятие по электролитическому разложению криолита и фторсодержащих солей в технологическом цикле получения первичного алюминия с образованием фторсодержащих газообразных и твердых выбросов.

2. В структуре атмосферных выпадений в снежном покрове преобладают растворимые формы фторидов. Суммарное содержание фтористых соединений в жилых районах города в 14–21 раз выше соответствующего показателя в контрольной точке. В то же время в районе пригородного сельского поселения оно достигало 33-кратного превышения. На содержание техногенных примесей в атмосферных выпадениях существенное влияние оказывает удаленность от источника выбросов и преобладающие направления ветров.

3. Сжигание угля на предприятии теплоэнергетики ввиду малой мощности производства в г. Шелехове вносит незначительный вклад в загрязнение фтористыми соединениями, что позволяет считать основным источником загрязнения производство алюминия. При расчете техногенной нагрузки фтористых соединений на экосистему региона в целом необходимо учитывать также суммарные выбросы теплоэнергетики.

4. Результаты исследования могут быть использованы при разработке Гигиенических Рекомендаций по управлению риском для здоровья населения, а также при создании системы эколого-гигиенического мониторинга урбанизированных территорий в оценке качества среды обитания и диагностике факторов риска

**Информация о вкладе авторов:** Лисецкая Л.Г. — разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста рукописи; Шаяхметов С.Ф. — разработка дизайна исследования.

**Финансирование:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 3, 4, 15, 17–20 см. References)

1. Гребенщикова В.И. Геохимическая специфика состава снеговой воды некоторых городов Иркутской области // Вода: химия и экология. 2013. № 2. С. 19–25.
2. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Яскина О.Л. и др. Распределение фторсодержащих выбросов в осадках дождя и снега. // Системы. Методы. Технологии. 2012. № 4 (16). С. 163–166.
5. Маринайте И.И., Горшков А.Г. Мониторинг экотоксикантов в объектах окружающей среды Прибайкалья. Часть II. Полициклические ароматические углеводороды в снежном покрове промышленных центров. // Оптика атмосферы и океана. 2002. Т. 15. № 5–6. С. 450–455.
6. Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Снежный покров в сфере влияния города. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 194 с.
7. Рапута В.Ф., Коковкин В.В. Методы интерпретации данных мониторинга загрязнения снежного покрова // Химия в интересах устойчивого развития. 2002. Т. 10. № 5. С. 669–682.
8. Филимонова Л.М., Паршин А.В., Бычинский В.А. Оценка загрязнения атмосферы в районе алюминиевого производства методами геохимической съемки снегового покрова // Метеорология и гидрология. 2015. № 10. С. 75–84.
9. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Яскина О.Л. Распределение компонентов выбросов алюминиевого производства в атмосфере и атмосферных осадках Байкальского промышленного региона // Известия вузов. Цветная металлургия. 2014. № 3. С. 56–60.
10. Головных Н.В., Бычинский В.А., Филимонова Л.М. и др. Геоэкологические исследования загрязненности почв в зоне действия алюминиевого завода. // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2014. № 3. С. 224–232.
11. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Чебыкин Е.П. и др. Особенности и факторы, влияющие на распределение металлов, редкоземельных элементов, углерода и фтора в фильтрате и твердом осадке снежного покрова города Братска // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 10 (81). С. 141–148.
12. Янченко Н.И., Тимкина Е.В., Носырева Е.В. и др. О поступлении и распределении техногенного фтора в снежном покрове и атмосферных осадках в Иркутской области (на примере Братска). // Системы. Методы. Технологии. 2016. № 1 (29). С. 152–157.
13. Янченко Н.И., Яскина О.Л., Янюшкин С.А. Закономерности изменения содержания фтора в атмосферных осадках в районе города Братска. // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 3. С. 246–249.
14. Шаяхметов С.Ф., Лисецкая Л.Г., Мешакова Н.М. и др. Гигиеническая оценка газо-пылевого фактора на алюминиевом предприятии Восточной Сибири. // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 12. С. 1155–1160.
16. Крапивенцева В.В. Металлоносность углей Приамурья // Тихоокеанская геология. 2005. Т. 24. № 1. С. 73–84.

#### References

1. Grebenschikova VI. Geochemical specificity of snow water composition in some cities of the Irkutsk region. *Voda: Khimiya i Ekologiya*. 2013; (2):19–25. (In Russian).
2. Yanchenko NI, Baranov AN, Yaskina OL, et al. Distribution of fluorine-containing emissions in rain

- and snow precipitations. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*. 2012; (4(16)):163–166. (In Russian).
3. Feng YW, Ogura N, Feng ZW, *et al.* The concentrations and sources of fluoride in atmospheric depositions in Beijing, China. *Water Air Soil Pollut.* 2003; 145(1):95–107. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1023680112474>
  4. Talovskaya AV, Osipova NA, Filimonenko EA, *et al.* Fluorine concentration in snow cover within the impact area of aluminum production plant (Krasnoyarsk city) and coal and gas-fired power plant (Tomsk city). *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci.* 2015; 27:012043. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/27/1/012043>
  5. Marinayte II, Gorshkov AG. [Monitoring of environmental toxicants in environmental objects of Baikal region. Part 2. Polycyclic aromatic hydrocarbons in snow cover of industrial centers.] *Optika Atmosfery i Okeana*. 2002; 15(5-6):450–455. (In Russian).
  6. Prokacheva VG, Usachyov VF. [Snow Cover in the Sphere of Influence of the City.] Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1989. 194 p. (In Russian).
  7. Raputa VF, Kokovkin VV. [Methods of interpretation of snow cover pollution monitoring data.] *Khimiya v Interesakh Ustoychivogo Razvitiya*. 2002; 10(5):669–682. (In Russian).
  8. Filimonova LM, Parshin AV, Bychinskii VA. Air pollution assessment in the area of aluminum production by snow geochemical surveys. *Meteorologiya i Gidrologiya*. 2015; (10):75–84. (In Russian).
  9. Yanchenko NI, Baranov AN, Yaskina OL. [Distribution of emission components of aluminum production in the atmosphere and precipitation of the Baikal industrial region.] *Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya*. 2014; (3):56–60. (In Russian).
  10. Golovnykh NV, Bychinskii VA, Filimonova LM, *et al.* Geoecological studies of soil contamination in the area of aluminum plant. *Geoekologiya. Inzhenernaya Geologiya, Gidrogeologiya, Geokriologiya*. 2014; (3):224–232. (In Russian).
  11. Yanchenko NI, Baranov AN, Chebykin EP, *et al.* Features and factors affecting distribution of metals, rare earth elements, carbon and fluorine in snow cover filtrate and solid sediment in Bratsk. *Vestnik Irkutskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*. 2013; (10(81)):141–148. (In Russian).
  12. Yanchenko NI, Timkina EV, Nosyreva EV, *et al.* Emission and distribution of industrial fluorine into the snow cover and atmospheric precipitation in Irkutskaya oblast (on the example of the city of Bratsk). *Sistemy. Metody. Tekhnologii*. 2016; (1(29)):152–157. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18324/2077-5415-2016-1-152-157>
  13. Yanchenko NI, Yaskina OL, Yanyushkin SA. Regularities of alteration of fluorine concentrations in atmospheric precipitations in the vicinity of Bratsk town. *Optika Atmosfery i Okeana*. 2014; (27(3)):246–249. (In Russian).
  14. Shayakhmetov SF, Lisetskaya LG, Meshchakova NM, *et al.* Hygienic assessment of toxic dust factor at the aluminium smelter in Eastern Siberia. *Gigiena i Sanitariya*. 2016; 95(12):1155–1160. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1155-1160>
  15. Gylseth B, Bjorseth O, Dugstad O, *et al.* Occurrence of fibrous sodium aluminotetrafluoride particles in potrooms of the primary aluminum industry. *Scand J Work Environ Health*. 1984; 10(3):189–195. DOI: <https://doi.org/10.5271/sjweh.2341>
  16. Krapiventseva VV. Metal content of coals in Priamurye. *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2005; 24(1):73–84. (In Russian).
  17. Fuge R. Fluorine in the environment, a review of its sources and geochemistry. *Appl Geochem*. 2019; 100:393–406. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.12.016>
  18. Yi X, Qiao S, Ma L, *et al.* Soil fluoride fractions and their bioavailability to tea plants (*Camellia sinensis* L.). *Environ Geochem Health*. 2017; 39:1005–1016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10653-016-9868-3>
  19. Li Y, Wang S, Nan Z, *et al.* Accumulation, fractionation and health risk assessment of fluoride and heavy metals in soil–crop systems in northwest China. *Sci Total Environ*. 2019; 663:307–314. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.257>
  20. Wang M, Li X, Ye WY, *et al.* Distribution, health risk assessment, and anthropogenic sources of fluoride in farmland soils in phosphate industrial area, southwest China. *Environ Pollut*. 2019; 249:423–433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.044>

Статья получена: 08.10.19  
Принята в печать: 03.03.21  
Опубликована: 31.03.21



© Смолягин А.И., Михайлова И.В., Ермолина Е.В., Стадников А.А., Боев В.М., 2021

УДК 612.017.1+612.43]:574.2

## Оценка нейроэндокринных и иммунологических параметров у животных при хроническом комбинированном воздействии ксенобиотиков

А.И. Смолягин, И.В. Михайлова, Е.В. Ермолина, А.А. Стадников, В.М. Боев

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
ул. Советская, 6, Оренбург, 460000, Российская Федерация

**Резюме:** Введение. Широкая распространенность соединений хрома и бензола в окружающей среде, связанная с работой автотранспорта и промышленности, обуславливает интерес к исследованию данных ксенобиотиков в условиях длительного эксперимента. Цель работы – анализ хронического воздействия комбинации хрома и бензола на гипоталамо-гипофизарно-адренорекортикальную (ГТАКС) и иммунную системы крыс-самцов Вистар. Объект исследования: 80 крыс-самцов Вистар. Методы и подходы. Крысы на протяжении 135 суток вместе с питьевой водой получали комбинацию бихромата калия и бензола в дозах, соответствующих одной ПДК. Проведено исследование гипоталамуса, гипофиза, надпочечников, тимуса, селезенки с использованием морфометрических, гистологических и электронно-микроскопических методов. Для определения экспрессии проапоптотического белка p53 и антиапоптотического белка bcl2 использовали стрептавидин-биотиновый пероксидазный метод. У животных исследовали массу тела, тимуса и селезенки, содержание ядросодержащих клеток в тимусе, селезенке, костном мозге и оценивали клеточный состав селезенки и костного мозга, а также спонтанную и индуцированную конканавалином А секрецию спленоцитами цитокинов ИФН $\gamma$ , ИЛ-4, ИЛ-6, ИЛ-10. Результаты. Установлен негативный эффект на функцию ГТАКС, выражающийся в активации ее секреторной деятельности, блокировании высвобождения гипоталамических нейропептидов на уровне нейрогипофиза и приводящий к ультраструктурным повреждениям нейросекреторных клеток гипоталамуса, аденоцитов гипофиза и клеток коркового вещества надпочечников, а также в увеличении программированной гибели тимоцитов. У крыс, подвергнутых данному воздействию, отмечено снижение массы тимуса, количества тимоцитов и комплекс структурно-функциональных изменений, свидетельствующих о статусе акцидентальной инволюции. Выявлено снижение количества спленоцитов у крыс опытной группы, которое сопровождалось увеличением размеров белой пульпы селезенки. Установлено увеличение индуцированной продукции спленоцитами главных иммунорегуляторных цитокинов ИФН $\gamma$  и ИЛ-4. Выводы. Полученные результаты могут быть использованы для анализа нарушений ГТАКС и иммунной системы при профессиональной хронической интоксикации у лиц, работающих с бензолом и соединениями хрома, и совместном присутствии данных веществ в производственной среде.

**Ключевые слова:** бензол, хром, крысы, гипоталамо-гипофизарно-адренорекортикальная и иммунная системы.

**Для цитирования:** Смолягин А.И., Михайлова И.В., Ермолина Е.В., Стадников А.А., Боев В.М. Оценка нейроэндокринных и иммунологических параметров у животных при хроническом комбинированном воздействии ксенобиотиков // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 47–51. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-47-51>

### Информация об авторах:

✉ **Смолягин Александр Иванович** – д.м.н., профессор кафедры клинической лабораторной диагностики ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; e-mail: [problab.orenburg@mail.ru](mailto:problab.orenburg@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5573-6646>.

**Михайлова Ирина Валерьевна** – д.б.н., доцент, заведующий кафедрой фармацевтической химии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; e-mail: [michaylova74@yandex.ru](mailto:michaylova74@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4465-0887>.

**Ермолина Евгения Вячеславовна** – к.б.н., с.н.с. проблемной научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; e-mail: [problab.orenburg@mail.ru](mailto:problab.orenburg@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1554-3943>.

**Стадников Александр Абрамович** – д.б.н., профессор заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; e-mail: [k\\_histology@orgma.ru](mailto:k_histology@orgma.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6107-0534>.

**Боев Виктор Михайлович** – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и коммунальной гигиены ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; e-mail: [k\\_com.gig@orgma.ru](mailto:k_com.gig@orgma.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3684-1149>.

## Evaluation of Neuroendocrine and Immunological Parameters in Animals Following Chronic Combined Exposure to Xenobiotics

A.I. Smolyagin, I.V. Mikhaylova, E.V. Ermolina, A.A. Stadnikov, V.M. Boev  
Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health,  
6 Sovetskaya Street, Orenburg, 460000, Russian Federation

**Summary. Background:** A high prevalence of chromium and benzene compounds in the environment associated with motor vehicle and industrial operations arouses interest in the study of these xenobiotics in a long-term experiment. The objective of this work was to analyze effects of a chronic combined exposure to chromium and benzene on the hypothalamic-pituitary-adrenocortical (HPA) and immune systems of male Wistar rats. **Materials and methods:** Eighty male Wistar rats were administered potassium dichromate and benzene with drinking water in doses equaling one maximum permissible concentration (MPC) during 135 days. The hypothalamus, pituitary gland, adrenal glands, thymus, and spleen were then studied using morphometric, histological, and electron microscopy methods. The streptavidin-biotin peroxidase method was used to determine the expression of pro-apoptotic protein p53 and anti-apoptotic protein bcl2. We also measured the body, thymus and spleen weights of animals, nucleated cell counts in the thymus, spleen, and bone marrow and evaluated the cellular composition of the spleen and bone marrow as well as spontaneous and concanavalin A-induced secretion of interferon gamma (IFN- $\gamma$ ), IL-4, IL-6, and IL-10 cytokines by splenocytes. **Results:** We established an adverse effect of the exposure on the HPA function expressed in the activation of its secretory activity, blocking the release of hypothalamic neuropeptides at the level of the neurohypophysis and leading to ultrastructural damage to the neurosecretory cells of the hypothalamus, pituitary adenocytes and adrenal cortical cells, as well as in an increase in the programmed death of thymocytes. We also observed a decrease in the thymus weight and thymocyte counts and a complex of structural and functional changes indicating the status of its accidental involution in the exposed rats. The revealed decrease in the splenocyte count in the experimental group was accompanied by an increase in the size of the white spleen pulp. An increase in the induced production of the main immunoregulatory cytokines IFN- $\gamma$  and IL-4 by splenocytes was found. **Conclusion:** Our findings can be used to analyze impairments of the HPA and immune systems in workers with a chronic combined exposure to benzene and chromium compounds in the occupational setting.

**Keywords:** benzene, chromium, rats, hypothalamic-pituitary-adrenocortical and immune systems.

**For citation:** Smolyagin AI, Mikhaylova IV, Ermolina EV, Stadnikov AA, Boev VM. Evaluation of neuroendocrine and immunological parameters in animals following chronic combined exposure to xenobiotics. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):47–51. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-47-51>

**Author information:**

✉ Alexander I. **Smolyagin**, D.M.Sc., Professor, Department of Clinical Laboratory Diagnostics, Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health; e-mail: [problab.orenburg@mail.ru](mailto:problab.orenburg@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5573-6646>.

Irina V. **Mikhaylova**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pharmaceutical Chemistry, Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health; e-mail: [michaylova74@yandex.ru](mailto:michaylova74@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4465-0887>.

Evgeniya V. **Ermolina**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Problem Research Laboratory, Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health; e-mail: [problab.orenburg@mail.ru](mailto:problab.orenburg@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1554-3943>.

Alexander A. **Stadnikov**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Histology, Cytology and Embryology, Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health; e-mail: [k\\_histology@orgma.ru](mailto:k_histology@orgma.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6107-0534>.

Viktor M. **Boev**, D.M.Sc., Professor, Head of the Department of General and Communal Hygiene, Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health; e-mail: [k\\_com.gig@orgma.ru](mailto:k_com.gig@orgma.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3684-1149>.

**Введение.** Анализ литературных данных показывает, что в настоящее время большое внимание в токсикологических и экологических работах уделяется комплексному исследованию хронического воздействия ксенобиотиков как на организм человека, так и экспериментальных животных [1–3]. Одной из таких стратегий является оценка хронического комбинированного действия химических веществ в условиях модельного эксперимента. Учитывая широкую распространенность соединений хрома и бензола в окружающей среде, связанную с работой автотранспорта и промышленности, несомненный интерес представляют исследования данных ксенобиотиков в условиях длительного эксперимента. Ранее было проведено изучение изолированного действия хрома и бензола в течение 135 суток на иммунную систему крыс Вистар [4, 5]. Наряду с этим является важным изучение особенностей морфологических и иммунологических параметров организма при хроническом комбинированном воздействии бензола и хрома в модельном эксперименте [6].

**Целью** настоящей работы явилась оценка длительного комбинированного воздействия бензола и хрома на нейроэндокринную и иммунную системы крыс Вистар.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования по изучению влияния бензола, бихромата калия и их комбинации проведены на 80 половозрелых крысах-самцах линии Вистар массой 250–300 г. Перед началом эксперимента животные содержались в карантине (1 мес.) с выбраковкой подозрительных на заболевания особей. Все животные, включенные в исследование, содержались на стандартном пищевом рационе и были разделены на 2 группы. Животные 1-й группы вместе с питьевой водой перорально получали комбинацию бихромата калия (из расчета 20 мг/кг/день) и бензола (из расчета 0,6 мл/кг/день) в дозах, соответствующих одной ПДК<sup>1</sup>. Животные 2-й группы (контроль) содержались в том же виварии и получали воду без добавления указанных веществ. Через 135 суток животные выводились из эксперимента декапитацией в соответствии с этическими нормами и рекомендациями по гуманизации работы с лабораторными животными, отраженными в «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для

экспериментальных и других целей» (Страсбург, 1985). Морфологические исследования проведены на 10 крысах Вистар опытной и 10 крысах контрольной групп и включали в себя исследование гипоталамуса, гипофиза, надпочечников, тимуса, селезенки с использованием общепринятых морфометрических, гистологических и электронно-микроскопических методов. Для определения экспрессии проапоптотического белка p53 и антиапоптотического белка bcl2 использовали стрептавидин-биотиновый пероксидазный метод<sup>2</sup>.

Иммунологические исследования проведены на 135-й день комбинированного хронического воздействия бихромата калия и бензола на 60 крысах Вистар (30 – опытная группа, 30 – контроль). В соответствии с лабораторными методами исследования экспериментальных животных [7] определяли массу крыс, тимуса и селезенки, содержание ядросодержащих клеток (ЯСК) в тимусе, селезенке, костном мозге и оценивали клеточный состав селезенки и костного мозга.

Для оценки функциональной активности спленоцитов исследовали спонтанную и индуцированную конканавалином А (Кон А) в конечной концентрации 5 мкг/мл секрецию цитокинов (ИФН $\gamma$ , ИЛ-4, ИЛ-6, ИЛ-10) в супернатантах культур спленоцитов после 24-часовой инкубации клеток при 37 °C в атмосфере 5 % CO $_2$  в полной культуральной среде (RPMI-1640 с добавлением 10%-й инактивированной эмбриональной телячьей сыворотки, 2 mM глутамин и 80 мкг/мл гентамицина). Уровень цитокинов исследовали в культуральной жидкости методом ИФА (тест-системы «Bender MedSystems», Австрия). Регистрацию результатов проводили на фотометре Multiskan («Labsystems», Финляндия). Статистическую обработку проводили с помощью пакета прикладных программ STATISTICA 10.0. Соответствие изученных параметров нормальному распределению определяли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова и описывали средним значением M и стандартной ошибкой среднего значения m. Независимые группы по количественному признаку сравнивали с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при p = 0,05.

**Результаты исследования.** Светооптические и электронно-микроскопические исследования

<sup>1</sup> ГН 2.1.5.2280–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Изм. и доп. к ГН 2.1.5.1315–03. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 11 с.

<sup>2</sup> Киясов А.П. Современные технологии морфологических исследований: Методическое пособие для студентов, аспирантов и врачей-патологов. Казань: КГМУ, 2001. 38 с.

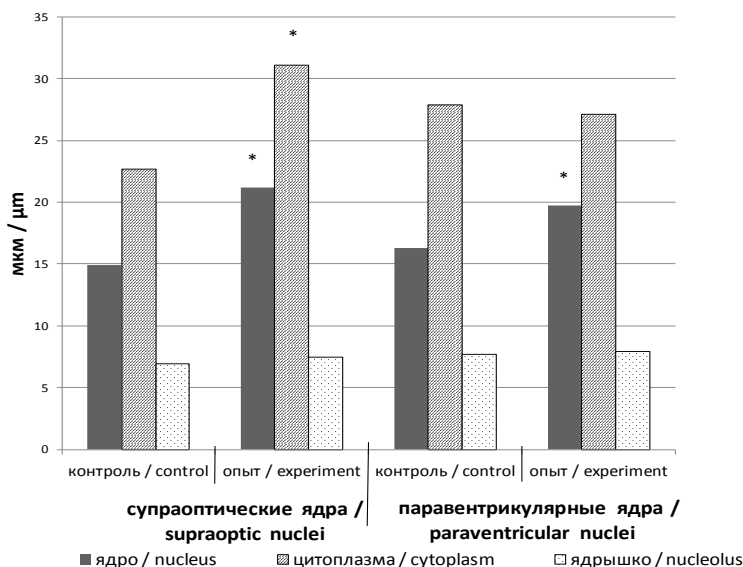
крупноклеточных супраоптических (СО) и паравентрикулярных (ПВ) ядер гипоталамуса крыс, а также нейрогипофиза показали значительную активизацию нейросекреторных клеток (НСК) у животных опытной группы (рисунок).

Это выражалось в увеличении объемов цитоплазмы, ядер и ядрышек «светлых», функционально активных нонапептидергических нейронов. Вместе с тем фаза продукции нейрогормонов не сопровождалась соответствующим высвобождением секреторных гранул в нейрогипофизе экспериментальных животных.

Иммуноцитохимический анализ НСК СО и ПВ ядер гипоталамуса (по показателям экспрессии проапоптотического протеина p53) показал увеличение числа иммунопозитивных клеток. У интактных крыс этот показатель составил  $0,22 \pm 0,01$  промилле (СО) и  $0,24 \pm 0,01$  (ПВ), в эксперименте через 135 суток —  $0,95 \pm 0,01$  и  $0,89 \pm 0,03$  промилле соответственно. Одновременно отмечено уменьшение числа bcl2-позитивных клеток. Через 135 суток опыта выявлены признаки усиления аденокортикотропной функции аденогипофиза по сравнению с контролем (гипертрофия эндоплазматического ретикулума и диктиосом комплекса Гольджи). Такая активация носит избыточный характер. У опытных крыс отмечены явления кринофагии, набухания митохондрий с разрушением крист, дискомплексации цитомембран, формирования крупных липосом. Таким образом, комбинированное воздействие бензола и хрома вызывает не только блокирование выделения гипоталамических нонапептидов, но и ультраструктурные изменения аденокортикотропоцитов дегенеративного характера. Полученные результаты позволяют предположить, что комбинированное воздействие бензола и хрома на организм животных может приводить к развитию «апоптотической доминанты» в нейросекреторных центрах гипоталамуса<sup>3</sup>.

Гистологическое исследование надпочечников у крыс, получавших смесь бензола и хрома, показало, что усиление секреторной деятельности кортикотропоцитов не только не сопровождалось адекватной реакцией коры надпочечников, но, напротив, отмечалось уменьшение протяженности пучковой зоны органа (опыт  $131,1 \pm 1,9$  мкм; контроль —  $146,9 \pm 5,7$  мкм). Это может свидетельствовать либо о затруднении выведения кортикотропина из аденогипофиза в общий кровоток, либо о потере «чувствительности» кортикоцитами надпочечников к аденогипофизотропному влиянию, либо о сочетании обоих механизмов. Определенный вклад в формирование подострых расстройств регуляторной системы вносит описанный нами ранее феномен блокировки высвобождения адаптивных гипоталамических нонапептидов на уровне нейрогипофиза и срединного возвышения гипоталамуса, что лимитирует реализацию параденогипофизарного пути нейроэндокринной регуляции выработки кортикостероидов [8].

Изучение структурно-функциональных изменений центральных и периферических органов иммунной системы крыс при хроническом комбинированном воздействии бензола и хрома установило снижение массы и числа кариоцитов тимуса (табл. 1). Аналогичным было уменьшение тимического индекса, а также индекса числа ядросодержащих клеток в тимусе/масса крысы. В корковом веществе долек тимуса крыс опытной группы уменьшалась плотность тимоцитов на фоне хорошо определяемой ретикулоэпителиальной стромы органа и нарастании в 2–3 раза числа тимоцитов в мозговом веществе. В ретикулоэпителиоцитах и тимоцитах (как в корковом, так и мозговом веществе долек) появлялись крупные липосомы и миелоноподобные структуры. При этом через 135 суток нарушались эпителиолимфоцитарные



**Рисунок.** Размеры функционально активных («светлых») нейросекреторных клеток ядер гипоталамуса крыс Вистар (мкм)  
**Figure.** Dimensions of functionally active (“bright”) neurosecretory cells of the nuclei of the hypothalamus of Wistar rats (μm)

*Примечание:* \* — обозначены достоверные отличия ( $p < 0,05$ ) показателей контрольной и опытной групп.

*Note:* \* — significant differences ( $p < 0.05$ ) between the indicators of experimental and control groups are indicated.

<sup>3</sup> Ермолина Е.В. Морфофункциональная характеристика гипоталамо-гипофизарно-аденокортикальной и иммунной систем организма экспериментальных животных при воздействии хрома и бензола: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2013. 26 с.

контакты. Среди ретикулоэпителиальных клеток отмечались явления кариопикноза и кариорексиса, а тельца Гассала идентифицировались не только в мозговом, но и корковом веществе долек тимуса.

На 135 сутки эксперимента в мозговом веществе долек тимуса встречались кисты или трубочки, стенки которых были образованы кубическим или цилиндрическим эпителием, продуцирующим слизистый секрет. Следует заметить, что ранее были описаны подобные структуры в данном органе при стрессовых воздействиях на организм [9]. Кортико-медулярная граница долек четко не прослеживалась. Отмечались процессы усиления коллагеногенеза паренхиматозных структур уменьшенных по своим размерам долек тимуса. В своей совокупности получены факты, которые свидетельствуют о статусе акцидентальной инволюции органа.

Выявлено снижение количества спленоцитов у крыс опытной группы (табл. 1), которое сопровождалось увеличением размеров белой пульпы селезенки и размеров лимфоидных фолликулов. Гиперпластическая реакция герминативных зон сочетается с накоплением в них плазмочитов и макрофагов. Морфометрический анализ показал, что увеличение массы белой пульпы селезенки происходит за счет возрастания в 2,7–3 раза территории В-зон (опыт —  $1231,7 \pm 7,7$  мкм; контроль —  $810,8 \pm 10,6$  мкм). На фоне активации плазмочитарно-макрофагальных элементов в реактивных зонах регистрируются клетки с признаками кариопикноза и кариорексиса. Размеры Т-зависимых (периаартериальных) зон достоверно не отличались (опыт —  $200,9 \pm 3,7$  мкм; кон-

троль —  $196,7 \pm 4,6$  мкм). При этом в селезенке обнаруживались многочисленные сидерофаги в красной пульпе органа. В некоторых участках селезенки вокруг резко расширенных пульпарных сосудов отмечены мелкие очаги некроза и диапедзные кровоизлияния. С другой стороны, в органе экспериментальных животных через 135 суток эксперимента нами отмечено формирование вторичных лимфатических узелков с герминативными центрами, содержащими макрофагальные клетки.

Индукцированная Кон А выработка цитокинов спленоцитами крыс (табл. 2) характеризовалась увеличением уровня главных иммунорегуляторных цитокинов ИЛ-4 и ИФН- $\gamma$ , тенденцией к снижению содержания ИЛ-6. Концентрация противовоспалительного цитокина ИЛ-10 достоверно не отличалась от уровня стимулированной продукции ИЛ-10 спленоцитами контрольной группы крыс. Аналогичное усиление продукции ИЛ-4 при воздействии бензола на животных ранее отмечено в работе [10].

Исследование костного мозга у крыс не выявило существенных изменений количества миелокариоцитов (опыт —  $(88,3 \pm 2,2) \times 10^6$ ; контроль —  $(81,2 \pm 4,1) \times 10^6$ ). Отмечено увеличение числа клеток лимфоидного ряда и, напротив, снижение уровня миелоидного ряда и нейтрофилов в костном мозге опытных крыс на 135 сутки комбинированного воздействия бензола и хрома.

При обсуждении полученных результатов необходимо отметить, что снижение массы тимуса и числа тимочитов у крыс опытной группы может быть обусловлено перераспределением

**Таблица 1. Влияние комбинации бензола и бихромата калия на иммунологические параметры крыс Вистар ( $M \pm m$ )**  
**Table 1. A combined effect of benzene and potassium dichromate on immunological parameters of Wistar rats ( $M \pm m$ )**

| Показатель / Indicator                                                                                   | Группа / Group       |                    | Показатель / Indicator                                                                                         | Группа / Group       |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|
|                                                                                                          | 1<br>n = 30          | 2<br>n = 30        |                                                                                                                | 1<br>n = 30          | 2<br>n = 30         |
| Тимус / Thymus                                                                                           |                      |                    | Селезенка / Spleen                                                                                             |                      |                     |
| Масса животного (г) / Animal body weight (g)                                                             | $332,25 \pm 10,88$   | $316,00 \pm 8,66$  | Масса животного (г) / Animal body weight (g)                                                                   | $332,25 \pm 10,88$   | $316,00 \pm 8,66$   |
| Масса тимуса (мг) / Thymus weight (mg)                                                                   | $177,67 \pm 17,01^*$ | $246,74 \pm 9,50$  | Масса селезенки (мг) / Spleen weight (mg)                                                                      | $945,58 \pm 58,24$   | $1041,62 \pm 22,54$ |
| Кариоциты тимуса ( $\times 10^6$ ) / Thymus karyocytes ( $\times 10^6$ )                                 | $329,25 \pm 25,97^*$ | $434,23 \pm 22,91$ | Кариоциты селезенки ( $\times 10^6$ ) / Spleen karyocytes ( $\times 10^6$ )                                    | $694,67 \pm 61,59^*$ | $1030,85 \pm 29,61$ |
| Тимический индекс (мг/г) / Thymic index (mg/g)                                                           | $0,53 \pm 0,04^*$    | $0,82 \pm 0,05$    | Селезеночный индекс (мг/г) / Splenic index (mg/g)                                                              | $2,84 \pm 0,13^*$    | $3,40 \pm 0,15$     |
| ЯСК тимуса/масса тела ( $\times 10^6$ /г) / Nucleated thymus cells/body weight ( $\times 10^6$ /g)       | $1,00 \pm 0,09^*$    | $1,45 \pm 0,10$    | ЯСК селезенки / масса тела ( $\times 10^6$ /г) / Nucleated spleen cells/body weight ( $\times 10^6$ /g)        | $2,10 \pm 0,19^*$    | $3,40 \pm 0,18$     |
| ЯСК тимуса/масса тимуса ( $\times 10^6$ /мг) / Nucleated thymus cells/thymus weight ( $\times 10^6$ /mg) | $1,97 \pm 0,20$      | $1,80 \pm 0,09$    | ЯСК селезенки/масса селезенки ( $\times 10^6$ /мг) / Nucleated spleen cells/spleen weight ( $\times 10^6$ /mg) | $0,74 \pm 0,06^*$    | $1,01 \pm 0,03$     |

Примечание: \* — обозначены достоверные отличия ( $p < 0,05$ ) показателей 1 и 2 групп.

Notes: \* — significant differences ( $p < 0.05$ ) between the indicators of groups 1 and 2 are indicated.

**Таблица 2. Индуцированная секреция цитокинов спленоцитами крыс Вистар при воздействии комбинации бензола и хрома (пг/мл)**

**Table 2. Induced cytokine secretion by Wistar rat splenocytes following combined exposure to benzene and chromium (pg/ml)**

| Группа / Group | ИЛ-4 / IL-4         | ИЛ-6 / IL-6        | ИЛ-10 / IL-10     | ИФН- $\gamma$ / IFN- $\gamma$ |
|----------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------------------|
| 1<br>n = 9     | $58,29 \pm 18,68^*$ | $93,24 \pm 11,47$  | $95,20 \pm 11,24$ | $91,79 \pm 14,36^*$           |
| 2<br>n = 18    | $4,58 \pm 0,86$     | $129,24 \pm 15,47$ | $85,23 \pm 15,84$ | $46,83 \pm 2,04$              |

Примечание: \* — обозначены достоверные отличия ( $p < 0,05$ ) показателей.

Notes: \* — significant differences ( $p < 0.05$ ) between the indicators of groups 1 and 2 are indicated.

Abbreviations: IL, interleukin; IFN- $\gamma$  — interferon gamma.

тимоцитов в связи с необходимостью пополнения пула лимфоцитов в крови и периферических лимфоидных органах [11–13]. Другой причиной снижения количества клеток в тимусе может быть выявленное значительное увеличение уровня апоптоза тимоцитов [14, 15]. Кроме того, сдвиги клеточного состава также обусловлены прямым цитотоксическим действием на них бензола (или его метаболитов, в частности 1,4-бензохинона) [16].

Полученные результаты могут быть использованы для анализа нарушений ГГКС и иммунной системы при профессиональной хронической интоксикации у лиц, работающих с бензолом и соединениями хрома и совместном присутствии данных веществ в производственной среде [17, 18].

#### Выводы

1. Длительное воздействие комбинации бензола и хрома выражалось в негативном эффекте на функцию ГГКС, проявляющемся в активизации ее секреторной деятельности на фоне блокирования высвобождения гипоталамических нейропептидов на уровне нейрогипофиза и приводящей к ультраструктурным повреждениям нейросекреторных клеток гипоталамуса, аденоцитов гипофиза и коркового вещества надпочечников.

2. Комбинированное поступление хрома и бензола в организм крыс на протяжении 135 суток приводило к снижению массы тимуса и его акцидентальной инволюции, лимфоре-тикулярной гиперплазии и плазмоцитарно-макрофагальной трансформации селезенки, индуцированию программированной гибели тимоцитов и лимфоцитов в Т-зонах селезенки, увеличению индуцированной продукции ИЛ-4 и ИФН-γ спленocyтaми.

**Информация о вкладе авторов:** А.И. Смолягин – концепция и дизайн исследования, сбор и анализ полученных результатов, написание статьи; И.В. Михайлова – выполнение иммунологических исследований, статистическая обработка и анализ полученных данных, написание статьи; Е.В. Ермолина – проведение морфологических и иммунологических исследований, оценка результатов, написание статьи; А.А. Стадников – оценка морфологических результатов, редактирование статьи; В.М. Боев – идея и дизайн исследования, редактирование статьи.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 3–5, 9–16 см. References)

- Смолягин А.И., Михайлова И.В., Ермолина Е.В., и др. Влияние бихромата калия на морфологические и иммунологические параметры крыс Вистар // Токсикологический вестник. 2015. № 2 (131). С. 40–44.
- Ланин Д.В. Анализ корегуляции иммунной и нейроэндокринной систем в условиях воздействия факторов риска. Анализ риска здоровью. 2013. № 1. С. 73–81.
- Самотруева М.А., Ясенявская А.Л., Цибизова А.А., и др. Нейроиммуноэндокринология: современные представления о молекулярных механизмах // Иммунология. 2017. Т. 38. № 1. С. 49–59.
- Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л. и др. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма. Челябинск: ЧГПУ, 2000. 167 с.
- Стадников А.А., Бухарин О.В. Гипоталамическая нейросекреция и структурно-функциональный гомеостаз про- и эукариот (морфологические ос- новы реактивности, пластичности и регенерации). Оренбург: ОрГМА, 2012. 296 с.
- Засорин Б.В., Сабыр К.К., Исаков А.Ж. Риски здоровью населения от воздействия факторов среды обитания урбанизированных территорий. Актобе. 2009. 148 с.
- Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. Актобе, 2012. 284 с.

#### References

- Smolyagin AI, Mikhaylova IV, Ermolina EV, et al. Influence of potassium bichromate on morphological and immunological characteristics of Wistar rats. *Toksikologicheskii Vestnik*. 2015; (2(131)):40–44. (In Russian).
- Lanin DV. The analysis of the co-regulation between the immune and neuroendocrine systems under exposure to risk factors. *Health Risk Analysis*. 2013; (1):73–81. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2013.1.10>.
- Snyder R. Benzene's toxicity: a consolidated short review of human and animal studies by HA Khan. *Hum Exp Toxicol*. 2007; 26(9):687–96. DOI: <https://doi.org/10.1177/0960327107083975>.
- Karaulov AV, Renieri EA, Smolyagin AI, et al. Long-term effects of chromium on morphological and immunological parameters of Wistar rats. *Food Chem Toxicol*. 2019; 133:110748. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110748>.
- Karaulov AV, Mikhaylova IV, Smolyagin AI, et al. The immunotoxicological pattern of subchronic and chronic benzene exposure in rats. *Toxicol Lett*. 2017; 275:1–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2017.04.006>.
- Samotruueva MA, Ysenyavskaya AL, Tsibizova AA, et al. Neuroimmunoendocrinology: modern concepts of molecular mechanisms. *Immunologiya*. 2017; 38(1):49–59. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0206-4952-2017-38-1-49-59>.
- Volchegorskiy IA, Dolgushin II, Kolesnikov OL, et al. [Experimental Modeling and Laboratory Evaluation of Adaptive Reactions of the Organism.] Chelyabinsk: ChGPU Publ., 2000. 167 p. (In Russian).
- Stadnikov AA, Bukharin OV. [Hypothalamic Neurosecretion, Structural and Functional Homeostasis of Pro-and Eukaryotes (Morphological Bases of Reactivity, Plasticity and Regeneration).] Orenburg: OrGMA Publ., 2012. 296 p. (In Russian).
- Jomova K, Valko M. Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. *Toxicology*. 2011; 283(2–3):65–87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2011.03.001>.
- Lee MH, Chung SW, Kang BY, et al. Hydroquinone, a reactive metabolite of benzene, enhances interleukin-4 production in CD4+ T cells and increases immunoglobulin E levels in antigen-primed mice. *Immunology*. 2002; 106(4):496–502. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2567.2002.01451.x>.
- Bagchi D, Bagchi M, Stohs SJ. Chromium (VI)-induced oxidative stress, apoptotic cell death and modulation of p53 tumor suppressor gene. *Mol Cell Biochem*. 2001; 222(1–2):149–158.
- Snyder R. Benzene and leukemia. *Crit Rev Toxicol*. 2002; 32(3):155–210. DOI: <https://doi.org/10.1080/20024091064219>.
- DesMarais TL, Costa M. Mechanisms of chromium-induced toxicity. *Curr Opin Toxicol*. 2019; 14:1–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2019.05.003>.
- Gillis B, Gavin IM, Arbieva Z, et al. Identification of human cell responses to benzene and benzene metabolites. *Genomics*. 2007; 90(3):324–333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2007.05.003>.
- Baumann S, Krueger A, Kirchoff S, et al. Regulation of T cell apoptosis during the immune response. *Curr Mol Med*. 2002; 2(3):257–272. DOI: <https://doi.org/10.2174/1566524024605671>.
- Smith MT, Zhang L, Jeng M, et al. Hydroquinone, a benzene metabolite, increases the level of aneuploidy of chromosomes 7 and 8 in human CD34-positive blood progenitor cells. *Carcinogenesis*. 2000; 21(8):1485–1490.
- Zasorin BV, Sabyr KK, Isakov AZh. [Health Risks from Exposure to Urban Environmental Factors.] Aktoobe, 2009. 148 p. (In Russian).
- Mamyrbaev AA. [Toxicology of Chromium and Its Compounds.] Aktoobe, 2012. 284 p. (In Russian).

© Елисеев Ю.Ю., Чехомов С.Ю., Елисеева Ю.В., 2021

УДК 613.2

## Гигиеническая оценка содержания нитратов в овощной продукции фермерских и личных подсобных хозяйств Саратовской области

Ю.Ю. Елисеев, С.Ю. Чехомов, Ю.В. Елисеева

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, ул. Большая Казачья, 112, г. Саратов, 410012, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* Гигиеническая безопасность продуктов питания является одним из обязательных условий здорового питания населения Российской Федерации. В то же время современное успешное функционирование сельскохозяйственных комплексов невозможно без широкого использования различных агрохимикатов, в том числе азотсодержащих удобрений. *Цель исследования* заключалась в сравнительной гигиенической оценке загрязнения нитратами образцов овощной продукции, выращенной на фермерских полях и землях личных подсобных хозяйств экологически неблагополучных территорий региона и используемых в качестве местной пищи. *Материалы и методы.* Исследования проводились в летне-осенние периоды 2017–2019 гг. в ряде экологически неблагополучных районов Саратовской области. Количественное содержание нитратов в местных продуктах питания определяли потенциометрическим методом. *Выводы.* Проведенными исследованиями было установлено, что уровни содержания нитратов в овощной продукции, выращенной на большинстве изучаемых экологически неблагополучных территорий, отличались значительными колебаниями. Содержание контаминанта зависит от вида конкретного продукта, условий выращивания и региона произрастания. Вместе с этим содержание нитратов во всей анализируемой овощной продукции, вне зависимости от региона произрастания и условий выращивания, не превышало предельно допустимых уровней. При этом наибольшее количество нитратов в овощной продукции было установлено в культурах, выращенных на полях фермерских хозяйств ( $p < 0,05$ ), в сравнении с той же продукцией, но выращенной на участках частных подсобных хозяйств. Более высокое содержание нитратов в овощной продукции, выращенной на фермерских полях, объяснялось внесением значительных количеств нитратных удобрений в виде промышленно выпускаемой аммиачной селитры. Напротив, сельхозпроизводители личных подсобных хозяйств вносят в почву специально выращенную биомассу из растений семейства бобовых с целью подкормки во время посева или в период развития овощей, что способствует более полному превращению нитратов в белки без значительного накопления поллютанта в овощной продукции. **Ключевые слова:** гигиеническое изучение, содержание нитратов, овощная продукция, фермерские хозяйства, личные подсобные хозяйства.

**Для цитирования:** Елисеев Ю.Ю., Чехомов С.Ю., Елисеева Ю.В. Гигиеническая оценка содержания нитратов в овощной продукции фермерских и личных подсобных хозяйств Саратовской области // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 52–56. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-52-56>

### Информация об авторах:

✉ Елисеев Юрий Юрьевич – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, e-mail: [yeliseev55@mail.ru](mailto:yeliseev55@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6507-476X>.

Чехомов Сергей Юрьевич – ассистент кафедры эпидемиологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; e-mail: [kppgsar@gmail.ru](mailto:kppgsar@gmail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7163-8373>.

Елисеева Юлия Викторовна – к.м.н., доцент, доцент кафедры общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; e-mail: [eliseeva-gig@mail.ru](mailto:eliseeva-gig@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4496-9107>.

## Comparative Assessment of Nitrate Concentrations in Vegetables Grown on Commercial and Subsistence Farms in the Saratov Region

Yu.Yu. Eliseev, S.Yu. Chekhomov, Yu.V. Eliseeva

Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky,  
112 Bolshaya Kazachya Street, Saratov, 410012, Russian Federation

**Summary.** *Background:* Food safety is one of the prerequisites for a healthy diet of the population of the Russian Federation. At the same time, successful functioning of modern agricultural complexes is almost impossible without a widespread use of various agrochemicals, including nitrogen-containing fertilizers. The *objective* of our study was to conduct a comparative assessment of the nitrate content of vegetables grown on commercial and subsistence farms located in industrially contaminated areas of the region and used as local food. *Materials and methods:* The research was carried out in the summer and autumn periods of 2017–2019 in a number of polluted areas of the Saratov Region. Nitrate concentrations in local vegetables were measured by a potentiometric method. *Results:* We established that the nitrate content of vegetables grown in most environmentally disadvantaged areas varied greatly. Concentrations of this contaminant depended on the type of vegetables, growing conditions and region; yet, they did not exceed the maximum permissible level in any vegetable sample tested. At the same time, the level of nitrates in crops grown on commercial farms was significantly higher than that in vegetables grown in private gardens ( $p < 0.05$ ) due to a more extensive application of nitrate fertilizers in the form of commercially produced ammonium nitrate. Private gardeners, on the opposite, use biomass species, usually legumes, contributing to a better conversion of nitrates into proteins and preventing their excessive accumulation in the produce.

**Keywords:** comparative study, nitrate content, vegetables, commercial and subsistence farming.

**For citation:** Eliseev YuYu, Chekhomov SYu, Eliseeva YuV. Comparative assessment of nitrate concentrations in vegetables grown on commercial and subsistence farms in the Saratov Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):52–56. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-52-56>

### Author information:

✉ Yuri Yu. Eliseev, D.M.Sc., Professor, Head of the Department of General Hygiene and Ecology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Russian Ministry of Health; e-mail: [yeliseev55@mail.ru](mailto:yeliseev55@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6507-476X>.

Sergey Yu. Chekhomov, Assistant, Department of Epidemiology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Russian Ministry of Health; e-mail: [kppgsar@gmail.ru](mailto:kppgsar@gmail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7163-8373>.

Yulia V. Eliseeva, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of General Hygiene and Ecology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Russian Ministry of Health; e-mail: [eliseeva-gig@mail.ru](mailto:eliseeva-gig@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4496-9107>.

**Введение.** Одним из основных условий здорового питания населения Российской Федерации является обеспечение гигиенической безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов [1–11]. Расположенная в низовьях реки Волги обширная территория Саратовской области традиционно используется в качестве сельскохозяйственных угодий для аграрного производства. Последнее позволяет обеспечить большинство жителей региона преимущественно местными продуктами питания. Однако современное успешное функционирование регионального сельскохозяйственного комплекса практически невозможно без широкого использования различных агрохимикатов, в том числе повсеместного применения азотсодержащих удобрений, накапливающихся в пищевых продуктах и создающих определенный риск для здоровья населения [12–19]. Более того, на территории региона отмечается динамический рост химической, топливной, нефтехимической и металлургической промышленности. В результате значительная часть территории области испытывает негативное воздействие от химических соединений [20].

Ежегодно проводимый Управлением Роспотребнадзора по Саратовской области гигиенический мониторинг оценки качества факторов окружающей среды в 38 районах Саратовской области позволил выявить 9 административных территорий, наиболее неблагоприятных по санитарно-химическим показателям загрязнения атмосферного воздуха, почвы и воды водоемов. Так, в Балаковском, Дергачевском, Ершовском, Марксовском, Перелюбском, Романовском, Саратовском, Федоровском, Энгельсском районах на протяжении последних пяти лет были обнаружены превышения ПДК в 13,5 % случаев при отборе проб воды из системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, в 4,23 % проб — при оценке качества атмосферного воздуха, а также выявлено в почве свыше 24 млн тонн промышленных отходов<sup>1</sup>. В результате в почве агропромышленных территорий региона стабильно отмечаются превышения ПДК по содержанию нефтепродуктов (от 1,1 до 3,0 раз), тяжелых металлов (от 1,1 до 2,3 раза), ядохимикатов (от 1,2 до 5,2 раза), нитратов и нитритов (от 1,1 до 5,6 раза) [21]. Аналогичные данные были получены и сотрудниками Саратовского государственного медицинского университета и Саратовского научно-исследовательского института сельской гигиены в ранее проведенных исследованиях объектов окружающей среды в районах Саратовской области [22].

Вместе с этим регулярно проводимый Роспотребнадзором и областной ветеринарной службой контроль содержания химических загрязнителей в отдельных видах местных пищевых продуктов и продовольственного сырья не выявляет превышения допустимых концентраций исследуемых контаминантов. Более того, местное население использует в пищу продукцию, выращенную на землях личных подсобных хозяйств и остающуюся, как

правило, вне контроля (тем более систематического мониторинга) содержания поллютантов со стороны федеральных и региональных органов [23, 24].

**Цель исследования** заключалась в сравнительной гигиенической оценке загрязнения нитратами образцов овощной продукции, выращенной на фермерских полях и землях личных подсобных хозяйств экологически неблагоприятных территорий Саратовского региона.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в летне-осенние периоды 2017–2019 гг. в экологически неблагоприятных районах области (Балаковский, Дергачевский, Ершовский, Марксовский, Перелюбский, Романовский, Саратовский, Федоровский, Энгельсский). Пробы овощей местного производства (картофель, морковь, свекла, кабачки, огурцы) отбирались массой 300–500 г. Отобранные пробы овощной продукции упаковывались в полиэтиленовые пакеты и не позже, чем через 36 часов, транспортировались в охлажденном виде в термоконтейнерах. Количественное содержание нитратов в местных продуктах питания определяли потенциометрическим методом<sup>2</sup>.

Параллельно с аналитическими исследованиями было проведено анкетирование 142 местных жителей на предмет частоты употребления пищевой продукции, производимой ими в личных подсобных хозяйствах.

Математическую обработку полученных данных проводили с использованием компонентов компьютерной программы Microsoft Office 2003 с вычислением средней абсолютной величины, ее погрешностей, а также рассчитанной по среднему значению относительной величины, представляющей часть от предельно допустимого уровня (ПДУ), выраженного в %.

**Результаты.** Результаты анкетирования респондентов свидетельствовали о высокой частоте использования в пищу жителями Саратовской области продуктов, произведенных в личных подсобных хозяйствах: местные овощи использовали с высокой частотой (от 3 до 5 раз в неделю) до 69 % опрошенных. Из овощей, выращенных в личных подсобных хозяйствах, чаще всего (от 3 до 7 раз в неделю) респонденты использовали в пищу картофель и капусту (соответственно 98 % и 82 % опрошенных). Реже, от 1 до 3 раз в неделю, — морковь и свеклу. В летне-осенний период свежие огурцы и кабачки включали в рацион питания 73 % опрошенных.

Результаты сравнительного анализа содержания нитратов в овощной продукции, выращенной на фермерских полях и участках личных подсобных хозяйств девяти экологически неблагоприятных районов Саратовской области, представлены в табл. 1, 2.

Уровни содержания нитратов в овощной продукции, выращенной на изучаемых экологических неблагоприятных территориях, отличались значительными колебаниями как по содержанию контаминанта в конкретном продукте, так и в зависимости от условий выращивания на

<sup>1</sup> Кожанова О.И. Социально-гигиенический мониторинг в системе управления здоровьем населения Саратовской области: Информационно-аналитический сборник Управления Роспотребнадзора по Саратовской области за 2012–2017 гг. Саратов: Изд-во Саратовского Роспотребнадзора, 2018. 82 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 34570–2019 Фрукты, овощи и продукты их переработки. Потенциометрический метод определения нитратов (с поправкой).

**Таблица 1. Содержание нитратов в местных продуктах питания, выращенных на участках личных подсобных хозяйств экологически неблагополучных районов Саратовской области**

**Table 1. Nitrate concentrations in local vegetables grown on subsistence farms in industrially contaminated areas of the Saratov Region**

| Районы, в которых отбирались пробы продукции / Sampling districts | Содержание нитратов (мг/кг) в местных овощах, выращенных на участках личных подсобных хозяйств / Nitrate concentrations (mg/kg) in local vegetables grown on subsistence farm fields |                   |                  |               |                   |                    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|---------------|-------------------|--------------------|
|                                                                   | Картофель / Potato                                                                                                                                                                   | Капуста / Cabbage | Морковь / Carrot | Свекла / Beet | Огурцы / Cucumber | Кабачки / Zucchini |
| Балаковский / Balakovsky                                          | 22,0 ± 12,0                                                                                                                                                                          | 212,0 ± 24,0      | 26,0 ± 11,0      | 185,0 ± 42,0  | 40,0 ± 7,0        | 78,0 ± 12,0        |
| Дергачевский / Dergachevsky                                       | 52,0 ± 18,0                                                                                                                                                                          | 98,0 ± 22,0       | 144,0 ± 38,0     | 320,0 ± 95,0  | 24,0 ± 6,0        | 110,0 ± 24,0       |
| Ершовский / Ershovsky                                             | 46,0 ± 0,0                                                                                                                                                                           | 78,0 ± 17,0       | 86,0 ± 16,0      | 384,0 ± 125,0 | 43,0 ± 8,0        | 103,0 ± 17,0       |
| Марковский / Markovsky                                            | 64,0 ± 11,0                                                                                                                                                                          | 108,0 ± 10,0      | 116,0 ± 12,0     | 222,0 ± 42,0  | 65,0 ± 11,0       | 98,0 ± 10,0        |
| Перелюбский / Perelyubsky                                         | 104,3 ± 23,0                                                                                                                                                                         | 207,0 ± 52,0      | 106,0 ± 23,0     | 422,0 ± 168,0 | 103,0 ± 19,0      | 91,0 ± 17,0        |
| Романовский / Romanovsky                                          | 87,0 ± 16,0                                                                                                                                                                          | 214,0 ± 51,0      | 85,0 ± 9,0       | 330,0 ± 111,0 | 87,0 ± 13,0       | 96,0 ± 19,0        |
| Саратовский / Saratovsky                                          | 82,0 ± 8,0                                                                                                                                                                           | 62,0 ± 6,0        | 66,0 ± 8,0       | 326,0 ± 94,0  | 90,0 ± 9,0        | 88,0 ± 11,0        |
| Федоровский / Fedorovsky                                          | 98,0 ± 12,0                                                                                                                                                                          | 112,0 ± 12,0      | 65,0 ± 8,0       | 302,0 ± 132,0 | 90,0 ± 8,0        | 104,0 ± 12,0       |
| Энгельсский / Engelssky                                           | 128,0 ± 11,0                                                                                                                                                                         | 282,0 ± 26,0      | 118,0 ± 11,0     | 348,0 ± 64,0  | 116,0 ± 28,0      | 106,0 ± 16,0       |

**Таблица 2. Содержание нитратов в местных продуктах питания, выращенных на полях фермерских хозяйств экологически неблагополучных районов Саратовской области**

**Table 2. Nitrate concentrations in local vegetables grown on commercial farms in industrially contaminated areas of the Saratov Region**

| Районы, в которых отбирались пробы продукции / Sampling districts | Содержание нитратов (мг/кг) в местных овощах, выращенных на полях фермерских хозяйств / Nitrate concentrations (mg/kg) in local vegetables grown on commercial farm fields |                   |                  |               |                   |                    |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|---------------|-------------------|--------------------|
|                                                                   | Картофель / Potato                                                                                                                                                         | Капуста / Cabbage | Морковь / Carrot | Свекла / Beet | Огурцы / Cucumber | Кабачки / Zucchini |
| Балаковский / Balakovsky                                          | 91,0 ± 21,0                                                                                                                                                                | 306,5 ± 36,0      | 69,0 ± 18,0      | 380,0 ± 8,0   | 50,75 ± 8,0       | 98,0 ± 11,0        |
| Дергачевский / Dergachevsky                                       | 70,0 ± 21,0                                                                                                                                                                | 104,0 ± 16,0      | 167,0 ± 44,0     | 405,0 ± 122,0 | 94,0 ± 16,0       | 144,0 ± 22,0       |
| Ершовский / Ershovsky                                             | 72,0 ± 18,0                                                                                                                                                                | 81,0 ± 20,0       | 121,0 ± 32,0     | 326,0 ± 86,0  | 106,0 ± 27,0      | 134,0 ± 19,0       |
| Марковский / Markovsky                                            | 120,0 ± 26,0                                                                                                                                                               | 152,0 ± 18,0      | 183,0 ± 22,0     | 415 ± 72,0    | 135,0 ± 22,0      | 148,0 ± 20,0       |
| Перелюбский / Perelyubsky                                         | 132,0 ± 17,0                                                                                                                                                               | 228,0 ± 34,0      | 109,0 ± 15,0     | 458,0 ± 112,0 | 112,0 ± 28,0      | 104,0 ± 16,0       |
| Романовский / Romanovsky                                          | 120,0 ± 32,0                                                                                                                                                               | 288,0 ± 44,0      | 112,0 ± 12,0     | 432,0 ± 96,0  | 146,0 ± 44,0      | 116,0 ± 22,0       |
| Саратовский / Saratovsky                                          | 146,0 ± 32,0                                                                                                                                                               | 126,5 ± 24,0      | 104,0 ± 16,0     | 570,0 ± 76,0  | 148,0 ± 18,0      | 152,0 ± 24,0       |
| Федоровский / Fedorovsky                                          | 130,0 ± 26,0                                                                                                                                                               | 130,0 ± 28,0      | 99,5 ± 31,0      | 390,0 ± 85,0  | 144,0 ± 23,0      | 124,0 ± 18,0       |
| Энгельсский / Engelssky                                           | 172,0 ± 18,0                                                                                                                                                               | 373,0 ± 26,0      | 172,0 ± 18,0     | 554,0 ± 68,0  | 141,0 ± 32,0      | 144,0 ± 22,0       |

*Примечание:* Выделены показатели при наличии достоверной разницы в сравнении с личными подсобными хозяйствами.

*Notes:* Significantly different indicators are in bold.

фермерских полях или участках личных подсобных хозяйств. Вместе с этим содержание нитратов во всей анализируемой овощной продукции не превышало ПДУ<sup>3</sup> и составляло (в процентах от ПДУ): для кабачков – 37 %, капусты – 41 %, моркови – 46 %, свеклы – 46 %, картофеля – 69 %, огурцов – 98 %. При этом наибольшее количество нитратов в овощной продукции было установлено в культурах, выращенных в Энгельсском, Саратовском, Марковском и Балаковском районах Саратовской области. В этих же районах практически во всей овощной продукции, выращенной на полях фермерских хозяйств, отмечалась более высокая ( $p < 0,05$ ) содержание нитратов в овощах в сравнении с той же продукцией, но выращенной на участках частных подсобных хозяйств.

**Обсуждение полученных результатов.** Согласно СанПиН 2.3.2.1078–01, в плодоовощной продукции допустимыми уровнями содержания нитратов являются: не более 250 мг/кг – для картофеля, 900 мг/кг – для капусты, 400 мг/кг – для моркови, 1400 мг/кг – для свеклы, 400 мг/кг – для кабачков и 150 мг/кг – для огурцов. Проведенными исследованиями было уста-

новлено, что содержание нитратов во всех овощных продуктах, выращенных на территории экологически неблагополучных районов Саратовской области, не превышало предельно допустимых уровней, регламентированных стандартом. Аналогичные результаты были получены в исследованиях ряда отечественных и зарубежных авторов [25–29]. Вместе с тем более высокое (в 1,5–2 раза) содержание нитратов в овощной продукции, выращенной на фермерских полях, в сравнении с теми же продуктами, полученными на участках личных подсобных хозяйств, можно объяснить следующими причинами. Традиционное внесение значительных количеств нитратных удобрений в виде промышленно выпускаемой аммиачной селитры поздней осенью, а затем ранней весной приводит к перенасыщению почвы полей фермерских хозяйств азотными удобрениями, что заставляет растения накапливать неиспользованный нитратный азот «впрок». Более полному превращению нитратов в белки в процессе нормального роста овощных культур способствует правильное внесение нитратных удобрений в почву во время посева или в

<sup>3</sup> СанПиН 2.3.2.1078–01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Сборник с изменениями и дополнениями. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 1068 с.

период развития растений, что, в основном, используют на участках личных подсобных хозяйств. Снижению содержания нитратов в овощах также способствует использование не химически синтезированной промышленной селитры, а так называемых зеленых удобрений путем предварительного внесения в почву специально выращенной биомассы из растений семейства бобовых (гороха, люцерны, клевера), что по экономическим соображениям не находит практического применения крупными агрофирмами.

Наличие значительно меньшего количества нитратов в ряде овощных культур при их выращивании в ряде засушливых регионов Заволжья, с одной стороны, объяснялось самими естественными условиями культивирования (отсутствием осадков), а с другой — традиционным прекращением полива после наступления цветения в период развития растения. В результате нитраты, хорошо растворимые в воде, в меньшей степени усваивались самими овощами. Так, в засушливых Ершовском и Дергачевском районах содержание нитратов в картофеле было наименьшим и составляло  $72,0 \pm 18,0$  мг/кг и  $70,0 \pm 21,0$  мг/кг соответственно. Напротив, в овощах, требующих постоянного полива, даже в засушливых районах содержание нитратов, особенно при возделывании на фермерских полях, было примерно таким же, как и в условиях возделывания на плодородной почве.

#### Выводы

1. Овощная продукция, выращенная на землях фермерских и личных подсобных хозяйств, расположенных в экологически неблагополучных районах Саратовской области, составляет значительную долю в рационе питания местного населения.

2. Содержание нитратов в образцах овощной продукции, выращенной на экологически неблагополучных территориях, отличалось значительными количественными колебаниями, связанными с формой собственности и регионом производителя, а также с видом конкретной овощной продукции.

3. Наиболее высокое количество нитратов в овощной продукции было установлено в культурах, выращенных на фермерских полях в Энгельсском, Саратовском, Марксовском и Балаковском районах Саратовской области, в отличие от тех же овощей, выращенных на участках частных подсобных хозяйств ( $p < 0,05$ ).

4. Более высокое содержание нитратов в овощной продукции, выращенной на фермерских полях, объяснялось внесением значительных количеств нитратных удобрений в виде промышленно выпускаемой аммиачной селитры поздней осенью, а затем и ранней весной, что приводит к перенасыщению почвы азотными удобрениями. Сельхозпроизводители личных подсобных хозяйств вносят в почву специально выращенную биомассу из растений семейства бобовых с целью подкормки во время посева или в период развития овощей, что способствует более полному превращению нитратов в белки без значительного накопления поллютанта в овощной продукции.

5. Содержание нитратов во всей анализируемой местной овощной продукции, вне зависимости от экологической нагрузки на

район произрастания и условия выращивания, не превышало предельно допустимых уровней, регламентированных СанПиН 2.3.2.1078–01.

**Информация о вкладе авторов:** Ю.Ю. Елисеев — разработка дизайна исследования; С.Ю. Чехомов — обзор публикаций по теме статьи; анализ полученных данных; Ю.В. Елисеева — написание текста рукописи.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 2, 5–9, 13, 17, 18, 29 см. References)

- Елисеева Ю.В., Истомин А.В., Елисеев Ю.Ю. и др. Проблемы обеспечения гигиенической безопасности питания населения в Саратовском регионе. Саратов: Изд-во Саратовского ГМУ, 2014. 160 с.
- Швед О.И., Баландович Б.А., Пошелуев Н.Ю. и др. Гигиеническая оценка безопасности питания сельского населения региона в условиях технического регулирования пищевой продукции // Бюллетень медицинской науки. 2019. № 2 (14). С. 20–25.
- Салдан И.П., Швед О.И., Баландович Б.А. и др. Гигиеническая оценка и комплексный анализ фактического питания населения в условиях технического регулирования пищевой продукции с целью его оптимизации (на примере Алтайского края) // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 5 (290). С. 29–31.
- Клепиков О.В., Хатуаев Р.О., Истомин А.В. и др. Региональные особенности питания населения и риск для здоровья, связанный с химической контаминацией пищевых продуктов // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 11. С. 1086–1091.
- Хотимченко С.А., Бессонов В.В., Багрянцева О.В. и др. Безопасность пищевой продукции: новые проблемы и пути решений // Медицина труда и экология человека. 2015. № 4. С. 7–14.
- Салдан И.П., Швед О.И., Баландович Б.А. и др. Оценка уровней рисков при воздействии на организм человека нитратного компонента пищевого рациона // Анализ риска здоровью. 2018. № 2. С. 81–88.
- Лазарев В.В. Проблема заболеваемости злокачественными новообразованиями в Омской области // Безопасность городской среды: материалы международной научно-практической конференции с международным участием. Омск, 2016. С. 209–211.
- Дерюгина В.П., Кривошеева Л.В., Савлущинская Л.А. и др. Механизмы реализации модифицированного действия нитратов на канцерогенез // Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: Материалы международной конференции. Гурзуф-Ялта, 2017. С. 185–191.
- Сулейманова Н.Д. Экологические аспекты злокачественных новообразований женских половых органов // Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. 2016. № 1 (18). С. 75–79.
- Горбачев Д.О., Сазонова О.В., Бородин Л.М. и др. Анализ риска здоровью трудоспособного населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов (опыт Самарской области) // Анализ риска здоровью. 2019. № 3. С. 42–49. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.05
- Клещина Ю.В., Елисеев Ю.Ю. Мониторинг за контаминацией продовольственного сырья и пищевых продуктов токсичными элементами // Гигиена и санитария. 2013. Т. 92. № 1. С. 81–82.
- Истомин А.В., Елисеев Ю.Ю., Елисеева Ю.В. Обусловленность рисков здоровью детского населения химической контаминацией пищевых продуктов в регионе // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 2. С. 18–21.
- Мусаев Ш.Ж., Елисеев Ю.Ю., Луцевич И.Н. Проблема риска для здоровья населения процессов концентрирования химических загрязнений в малых реках Саратовской области // Гигиена и санитария. 2012. № 5. С. 101–103.
- Дударев А.А., Душкина Е.В., Чупахин В.С. и др. Содержание металлов в местных продуктах питания

Печенгского района Мурманской области // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 2. С. 35–40.

24. Шур П.З., Кирьянов Д.А., Атискова Н.Г. и др. Обоснование допустимых уровней содержания нитратов в растениеводческой продукции по критериям риска здоровью // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 11 (248). С. 47–48.
25. Дубинина Ю.А., Ремизов Г.М. Сравнительная оценка загрязнения пищевых продуктов нитратами // Амурский научный вестник. 2016. № 1. С. 70–77.
26. Крохалева С.И., Черепанов П.В. Содержание нитратов в растительных продуктах питания и их влияние на здоровье человека // Вестник Приамурского государственного университета имени Шолом-Алейхема. 2016. № 3 (24). С. 27–36.
27. Орымбетова Г.Э., Шамбулова Г.Э. Оценка содержания нитратов в овощах ЮКО (г. Шымкент) // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 1. С. 150–155.
28. Ламтева Т.В., Великая Л.В., Гайдукова Е.П. и др. О контаминации нитратами продукции растениеводства // Прикладные информационные аспекты медицины. 2018. Т. 21. № 4. С. 111–117.

### References

1. Eliseeva YuV, Istomin AV, Eliseev YuYu, *et al.* [Problems of ensuring hygienic food safety in the Saratov region.] Saratov: Saratovskiy Gosudarstvennyy Meditsinskiy Universitet imeni V.I. Razumovskogo Publ., 2014. 160 p. (In Russian).
2. Huber Jr JC, Brender JD, Zheng Q, *et al.* Maternal dietary intake of nitrates, nitrites and nitrosamines and selected birth defects in offspring: a case-control study. *Nutr J.* 2013; 12:34. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-34>
3. Shved OI, Balandovich BA, Potseluyev NYu, *et al.* [Hygienic assessment of food safety of the rural population of the region in the conditions of technical regulation of food products.] *Byulleten' Meditsinskoy Nauki.* 2019; (2(14)):20–25. (In Russian).
4. Saldan IP, Shved OI, Balandovich BA, *et al.* Hygienic assessment and comprehensive analysis of the actual nutrition of the population in the conditions of technical regulation of food products, with the aim of optimizing it (on the example of Altai territory). *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2017; (5(290)):29–31. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-290-5-29-31>
5. Al-Saleh I, Abduljabbar M. Heavy metals (lead, cadmium, methylmercury, arsenic) in commonly imported rice grains (*Oryza sativa*) sold in Saudi Arabia and their potential health risk. *Int J Hyg Environ Health.* 2017; 220(7):1168–1178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.07.007>
6. Jiang Y, Zeng X, Fan X, *et al.* Levels of arsenic pollution in daily foodstuffs and soils and its associated human health risk in a town in Jiangsu Province, China. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2015; 122:198–204. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.07.018>
7. Liu J, Zhuo Z, Sun S, *et al.* Concentrations of heavy metals in six municipal sludges from Guangzhou and their potential ecological risk assessment for agricultural land use. *Pol J Environ Stud.* 2015; 24(1):165–174. DOI: <https://doi.org/10.15244/pjoes/28348>
8. Pérez-Vázquez FJ, Flores-Ramírez R, Ochoa-Martínez AC, *et al.* Human health risks associated with heavy metals in soil in different areas of San Luis Potosí, Mexico. *Hum Ecol Risk Assess.* 2016; 22(2):323–336. DOI: <https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1064760>
9. Kendir E, Kentel E, Sanin FD. Evaluation of heavy metals and associated health risks in a metropolitan wastewater treatment plant's sludge for its land application. *Hum Ecol Risk Assess.* 2015; 21(6):1631–1643. DOI: <https://doi.org/10.1080/10807039.2014.966590>
10. Klepikov OV, Khatuaev RO, Istomin AV, *et al.* Regional features of food standards and health risks associated with chemical contamination of food. *Gigiena i Sanitariya.* 2016; 95(11):1086–1091. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-11-1086-1091>
11. Khotimchenko SA, Bessonov VV, Bagryantseva OV, *et al.* Safety of food products: new problems and ways of solution. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka.* 2015; (4):7–14. (In Russian).
12. Saldan IP, Shved OI, Balandovich BA, *et al.* Assessment of risks caused by impacts exerted on a human body by nitrates contained in food products. *Health Risk Analysis.* 2018; (2):81–88. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.4.09.eng>
13. Poortmans JR, Gualano B, Carpentier A. Nitrate supplementation and human exercise performance: too much of a good thing? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2015; 18(6): 599–604. DOI: <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000222>
14. Lazarev VV. The problem of the incidence of malignant neoplasms in the Omsk region. In: *Safety of the Urban Environment: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference.* Omsk, 2016. Pp. 209–211. (In Russian).
15. Deryugina VP, Krivosheeva LV, Savluchinskaya LA, *et al.* [Mechanisms of implementation of modified action of nitrates on carcinogenesis.] In: *New Information Technologies in Medicine, Biology, Pharmacology and Ecology: Proceedings of the International Conference.* Gursuf-Yalta, 2017. Pp. 185–191. (In Russian).
16. Suleymanova ND. Environmental aspects of malignant neoplasms of female genital organs. *Vestnik Dagestanskoy Gosudarstvennoy Meditsinskoy Akademii.* 2016; (1(18)):75–79. (In Russian).
17. Song P, Wu L, Guan W. Dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines intake and the risk of gastric cancer: A meta-analysis. *Nutrients.* 2015; 7(12):9872–9895. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu7125505>
18. Sadeghi F, Nasser S, Yunesian M, *et al.* Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessments of arsenic contamination in drinking water of Ardabil city in the Northwest of Iran. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2018; 53(5):421–429. DOI: <https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1410421>
19. Gorbachev DO, Sazonova OV, Borodina LM, *et al.* Analyzing health risks for employable population caused by food products contamination (experience gained in Samara region). *Health Risk Analysis.* 2019; (3):42–49. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.3.05>
20. Kleshchina YuV, Eliseev YuYu. Monitoring for contamination of food commodities and food products with toxic elements. *Gigiena i Sanitariya.* 2013; (1):81–82. (In Russian).
21. Istomin AV, Yeliseyev YuYu, Yeliseyeva YuV. Conditionality of risks to health of the children's population chemical contamination of foodstuff in the region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2014; (2(251)):18–21. (In Russian).
22. Musaev ShZh, Yeliseyev YuYu, Lutsevich IN. Problem of risk of processes of increasing in the concentration of chemical pollutants in the small rivers of the Saratov region for population health. *Gigiena i Sanitariya.* 2012; 91(5):101–103. (In Russian).
23. Dudarev AA, Dushkina EV, Chupahin VS, *et al.* Metal content of local foods in Pechenga district of Murmansk region. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya.* 2015; (2):35–40. (In Russian).
24. Shur PZ, Kiryanov DA, Atiskova NG, *et al.* Justification of acceptable nitrate levels in crop product using health risk criteria. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2013; (11(248)):47–48. (In Russian).
25. Dubinina YA, Remizov GM. Comparative assessment of food contamination by nitrates. *Amurskiy Nauchnyy Vestnik.* 2016; (1):70–77. (In Russian).
26. Krokhaleva SI, Cherepanov PV. The content of nitrates in vegetable foods and their impact on human health. *Vestnik Priamurskogo Gosudarstvennogo Universiteta imeni Sholom-Aleykhema.* 2016; (3(24)):27–36. (In Russian).
27. Orymbetova GE, Shambulova GE, Orymbetov E, *et al.* Assessment of nitrates content in vegetables grown in South Kazakhstan Region (Shymkent city). *Tekhnika i Tekhnologiya Pishchevykh Proizvodstv.* 2018; 48(1):150–155. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-150-155>
28. Lamteva TV, Velikaya LV, Gaydukova EP, *et al.* About contamination by nitrates of crop production. *Prikladnye Informatsionnye Aspekty Meditsiny.* 2018; 21(4):111–117. (In Russian).
29. Habermeyer M, Roth A, Guth S, *et al.* Nitrate and nitrite in the diet: how to assess their benefit and risk for human health. *Mol Nutr Food Res.* 2015; 59(1):106–128. DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201400286>

© Иваненко А.В., Соловьев Д.В., Волкова Н.А., Глиненко В.М., Смирнова О.А., Шведова И.С., Бахмутская Е.В., Мельников Д.А., 2021  
УДК 614.4

## Эпидемиологические особенности заболеваемости коронавирусной инфекцией COVID-19 в Москве в период с 1 марта по 31 августа 2020 года

А.В. Иваненко, Д.В. Соловьев, Н.А. Волкова, В.М. Глиненко,  
О.А. Смирнова, И.С. Шведова, Е.В. Бахмутская, Д.А. Мельников

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»,  
Графский пер., д. 4, корп. 2, 3, 4, г. Москва, 129626, Российская Федерация

**Резюме:** Введение. Коронавирусная инфекция является глобальной медико-социальной проблемой, обусловленной быстрым повсеместным распространением вируса, высоким уровнем развития осложнений и смертельных исходов. Заболевание часто протекает в бессимптомной форме, что может способствовать его распространению. При этом наиболее частым осложнением является развитие пневмонии с отсутствием или наличием острой дыхательной недостаточности и респираторного дистресс-синдрома, зачастую приводящих к летальному исходу. Данные характеристики заболевания, наряду с практически полным отсутствием иммунитета у населения всего мира (до начала массового распространения), позволили коронавирусу SARS-CoV-2 беспрепятственно распространиться среди населения всех стран. Цель работы – оценить эпидемиологические особенности заболеваемости новой коронавирусной инфекцией COVID-19 населения г. Москвы. Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ всех случаев COVID-19 с лабораторным подтверждением в г. Москве и количества проведенных лабораторных исследований за период с 1 марта по 31 августа 2020 г. Проведен ретроспективный анализ заболеваемости острой респираторной вирусной инфекцией (ОРВИ) населения Москвы. Корреляционный анализ проводился по методу вычисления коэффициента корреляции Спирмена. Для оценки достоверности и значимости различий сравниваемых относительных величин рассчитывали ошибку достоверности (p) на основании t-критерия Стьюдента. Определяли доверительные интервалы с расчетом средних ошибок сравниваемых показателей – m(σ). Заключение. Выявленные эпидемиологические особенности заболеваемости COVID-19 населения г. Москвы позволяют приблизиться к установлению факторов, влияющих на динамику эпидемического процесса COVID-19, что, в свою очередь, позволяет прогнозировать эпидемиологическую ситуацию по заболеваемости этой инфекцией на ближайшую перспективу.

**Ключевые слова:** коронавирусная инфекция, COVID-19, SARS CoV 2, эпидемический процесс, эпидемиологический анализ.

**Для цитирования:** Иваненко А.В., Соловьев Д.В., Волкова Н.А., Глиненко В.М., Смирнова О.А., Шведова И.С., Бахмутская Е.В., Мельников Д.А. Эпидемиологические особенности заболеваемости коронавирусной инфекцией COVID-19 в Москве в период с 1 марта по 31 августа 2020 года // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 57–62. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-57-62>

### Информация об авторах:

**Иваненко** Александр Валентинович – д.м.н., профессор, главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве»; e-mail: [fguz@mossanepid.ru](mailto:fguz@mossanepid.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7122-017X>.

☒ **Соловьев** Дмитрий Владимирович – к.м.н., заведующий противоэпидемическим отделением ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве»; e-mail: [dv\\_soloviev@list.ru](mailto:dv_soloviev@list.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2133-3475>.

**Волкова** Наталья Александровна – заведующая эпидемиологическим отделом ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве»; e-mail: [nbidulya@mail.ru](mailto:nbidulya@mail.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0292-8326>.

**Глиненко** Виктор Михайлович – д.м.н., профессор, заместитель главного врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве»; e-mail: [fguz@mossanepid.ru](mailto:fguz@mossanepid.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5018-2648>.

**Смирнова** Ольга Андреевна – врач-эпидемиолог противоэпидемического отделения ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве»; e-mail: [incandessence19@rambler.ru](mailto:incandessence19@rambler.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3058-6538>.

**Шведова** Ирина Сергеевна – врач-эпидемиолог противоэпидемического отделения ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве»; e-mail: [IrinaBorisovampf@yandex.ru](mailto:IrinaBorisovampf@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4719-1807>.

**Бахмутская** Елена Витальевна – врач-эпидемиолог противоэпидемического отделения ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве»; e-mail: [Elenabakhmutskaia@gmail.com](mailto:Elenabakhmutskaia@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2696-5033>.

**Мельников** Дмитрий Андреевич – врач-эпидемиолог противоэпидемического отделения ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве»; e-mail: [mel.dmitry2016@yandex.ru](mailto:mel.dmitry2016@yandex.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6641-1377>.

## Epidemiological Features of the Incidence of COVID-19 in Moscow in the Period from March 1 to August 31, 2020

A. V. Ivanenko, D. V. Soloviev, N. A. Volkova, V. M. Glinenko, O. A. Smirnova,  
I. S. Shvedova, E. V. Bakhmutskaia, D. A. Melnikov

Center for Hygiene and Epidemiology in Moscow, Bldgs 2,3,4, 4 Graftsky Lane, Moscow, 129626, Russian Federation

**Summary.** Introduction. Coronavirus (SARS-CoV-2) infection is a global healthcare and social problem due to a rapid ubiquitous spread of the virus, a high rate of complications and deaths. The disease is often asymptomatic, which can contribute to its spread, while the most common complication is the development of pneumonia with or without acute respiratory failure and respiratory distress syndrome, which are often fatal. These characteristics of the disease, along with the almost complete lack of immunity in the population around the world (before the mass spread), allowed SARS-CoV-2 to spread freely among the population of all countries. Our objective was to assess the epidemiological features of the incidence of the novel coronavirus disease (COVID-19) in the population of the city of Moscow. Materials and methods: We conducted a retrospective analysis of all confirmed COVID-19 cases, the total number of diagnostic tests for COVID-19, and the incidence of upper respiratory tract infections registered in Moscow from March 1 to August 31, 2020. The correlation analysis was performed by calculating the Spearman's correlation coefficient and subsequent statistical significance of differences in the compared relative values (p) from the Student's t-test. Confidence intervals were determined with the calculation of average errors of the compared variables – m(σ). Conclusion: The revealed features of the COVID-19 incidence in Moscow help establish the factors influencing the development of the epidemic process in the city and give an accurate prediction of the COVID-19 situation for the future.

**Keywords:** coronavirus infection, COVID-19, SARS-CoV-2, epidemic process, epidemiological analysis.

**For citation:** Ivanenko AV, Soloviev DV, Volkova NA, Glinenko VM, Smirnova OA, Shvedova IS, Bakhmutskaia EV, Melnikov DA. Epidemiological features of the incidence of COVID-19 in Moscow in the period from March 1 to August 31, 2020. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):57–62. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-57-62>

**Author information:**

Alexander V. **Ivanenko**, D.M.Sc., Professor, Chief Physician, Center for Hygiene and Epidemiology in the City of Moscow, e-mail: fguz@mossanepid.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7122-017X>

✉ Dmitry V. **Soloviev**, Candidate of Medical Sciences, Head, Anti-Epidemic Division, Center for Hygiene and Epidemiology in the City of Moscow; e-mail: dv\_soloviev@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2133-3475>.

Natalya A. **Volkova**, Head, Department of Epidemiology, Center for Hygiene and Epidemiology in the City of Moscow; e-mail: nbidulya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0292-8326>.

Victor M. **Glinenko**, D.M.Sc., Professor, Deputy Chief Physician, Center for Hygiene and Epidemiology in the City of Moscow; e-mail: fguz@mossanepid.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5018-2648>.

Olga A. **Smirnova**, Epidemiologist, Anti-Epidemic Division, Center for Hygiene and Epidemiology in the City of Moscow; e-mail: fguz@mossanepid.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3058-6538>.

Irina S. **Shvedova**, Epidemiologist, Anti-Epidemic Division, Center for Hygiene and Epidemiology in the City of Moscow; e-mail: IrinaBorisovampf@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4719-1807>.

Elena V. **Bakhmutsкая**, Epidemiologist, Anti-Epidemic Division, Center for Hygiene and Epidemiology in the City of Moscow; e-mail: Elenabakhmutsкая@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2696-5033>.

Dmitry A. **Melnikov**, Epidemiologist, Anti-Epidemic Division, Center for Hygiene and Epidemiology in the City of Moscow; e-mail: mel.dmitry2016@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6641-1377>.

**Введение.** Коронавирусная инфекция является глобальной медико-социальной проблемой, обусловленной быстрым повсеместным распространением вируса, высоким уровнем развития осложнений и смертельных исходов.

Коронавирусная инфекция COVID-19 — острое респираторное заболевание с преимущественно аэрозольным механизмом передачи. Заболевание часто протекает в бессимптомной форме, что может способствовать его распространению. При этом наиболее частым осложнением является развитие пневмонии с отсутствием или наличием острой дыхательной недостаточности и респираторного дистресс-синдрома, зачастую приводящих к летальному исходу [1–5]. Данные характеристики заболевания, наряду с практически полным отсутствием иммунитета у населения всего мира (до начала массового распространения), позволили коронавирусу SARS-CoV-2 беспрепятственно распространяться во всех странах.

Так, впервые выявленный в декабре 2019 г. коронавирус SARS-CoV-2 в Китайской Народной Республике в городе Ухань [6, 7] уже в феврале — марте 2020 г. стал регистрироваться в других странах земного шара с дальнейшим быстрым распространением среди населения [8–11], в связи с чем генеральный директор ВОЗ охарактеризовал ситуацию с COVID-19 как пандемию [12].

По данным ВОЗ, на начало сентября 2020 г. случаи заболевания COVID-19 зарегистрированы в 216 странах: всего в мире заболели 27 417 497 человек, умер 894 241 человек, показатель летальности составил 3,2 %. Наиболее пострадавшими от коронавирусной инфекции считаются США, где на начало сентября 2020 г. заболели 6 248 989 человек, что составляет 22,7 % от всех зарегистрированных случаев заболевания COVID-19 в мире; умерли 188 172 человека — 21,0 % от всех зарегистрированных случаев смерти от COVID-19 в мире. В Российской Федерации, по данным ВОЗ, заболели 1 041 007 человек (3,8 % от всех заболевших COVID-19 в мире), умерли 5218 человек (0,6 % от всех зарегистрированных случаев заболевания COVID-19 в мире). По числу заболевших Российская Федерация находится на 4-м месте в мире, однако в пересчете на население показатель заболеваемости составил 723,1 (49-е место в мире), показатель смертности составил 12,6 % (57-е место в мире), показатель летальности 1,7 % (116-е место в мире) [13–15].

**Цель работы** — оценить эпидемиологические особенности заболеваемости населения города Москвы новой коронавирусной инфекцией

COVID-19 и спрогнозировать эпидемическую ситуацию на ближайшую перспективу.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ всех случаев COVID-19 с лабораторным подтверждением в Москве (263 058 человек) и количества проведенных лабораторных исследований (5 318 128) за период с 1 марта по 31 августа 2020 г. Информация получена из персонифицированного реестра положительных результатов обследования на новую коронавирусную инфекцию COVID-19 ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве».

Проведен ретроспективный анализ заболеваемости острой респираторной вирусной инфекцией (ОРВИ) населения Москвы. Информация получена из деперсонифицированной базы данных ежедневного мониторинга заболеваемости ОРВИ АИС «ОРУИБ».

Корреляционный анализ проводился по методу вычисления коэффициента корреляции Спирмена.

Для оценки достоверности и значимости различий сравниваемых относительных величин рассчитывали ошибку достоверности ( $p$ ) на основании  $t$ -критерия Стьюдента. Определяли доверительные интервалы с расчетом средних ошибок сравниваемых показателей —  $m(\sigma)$ .

**Результаты и обсуждение.** В Москве регистрация заболеваемости COVID-19 началась 5 марта 2020 г., когда было лабораторно подтверждено 3 случая заболевания. Два случая с симптомами ОРВИ были выявлены в лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», 1 случай с симптомами пневмонии был выявлен в ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора.

Далее заболеваемость приобрела экспоненциальный рост с пиком числа заболевших, достигающим 6 703 случая в сутки (06.05.2020).

Средний прирост заболеваемости с 05.03.2020 по 06.05.2020 составил 20,6 % в сутки (или 205,6 % в неделю). В период с 07.05.2020 по 30.06.2020 зарегистрирован спад заболеваемости до уровня 500–600 новых случаев в сутки. Средняя убыль заболеваемости в этот период составила 3,3 % ежесуточно (или 24,3 % в неделю). С 01.07.2020 по 31.08.2020 уровень заболеваемости коронавирусной инфекцией COVID-19 практически оставался неизменным. Наиболее низкий уровень был зарегистрирован 15.07.2020 и составил 531 случай в сутки (рис. 1).

Таким образом, рост и снижение заболеваемости носили экспоненциальный характер, причем скорость спада заболеваемости была

практически в 6–8 раз ниже скорости подъема заболеваемости.

Всего за период с марта по август 2020 года коронавирусная инфекция COVID-19 подтверждена у 263 058 человек, показатель составляет 2094,3 на 100 тыс. населения, что выше уровня заболеваемости в целом по РФ в 2,9 раза. Это, возможно, связано с особенностями мегаполиса — большой скученностью населения, многочисленными контактами граждан в общественном транспорте, высокой миграцией, что облегчает распространение аэрозольных инфекций. Подтверждением этому может служить распространение других аэрозольных инфекций в Москве. Так, показатель заболеваемости корью в 2019 году в Москве составил 11,23 на 100 тыс. населения, что в 3,7 раза выше аналогичного показателя по Российской Федерации (3,05 на 100 тыс. населения); показатель заболеваемости менингококковой инфекцией по г. Москве — 2,93 на 100 тыс. населения, что в 3,9 раза выше, чем по стране (0,74 на 100 тыс. населения); показатель заболеваемости коклюшем по Москве — 22,5 на 100 тыс. населения, что в 2,3 раза выше, чем показатель по РФ (9,81 на 100 тыс. населения).

Всего за период с 1 марта по 31 августа 2020 г. проведено 5 318 128 лабораторных исследований на COVID-19. Анализ зависимости числа положительных результатов лабораторных исследований от общего числа исследований на COVID-19 показал, что на первом этапе, в период с 01.03.2020 по 01.05.2020, когда число исследований не достигало 25–30 тыс., прослеживалась зависимость числа положительных результатов от общего числа исследований. Коэффициент корреляции составил 0,9, что можно интерпретировать как сильную взаимосвязь. Однако в период с 02.05.2020 по 31.08.2020, когда число лабораторных исследований превысило 30 тыс. исследований в сутки, такая зависимость перестала прослеживаться. Коэффициент корреляции в этот период составил  $-0,2$  (рис. 1).

На наш взгляд, данный результат имеет практическое значение при попытках объяснить причины роста или снижения заболеваемости

COVID-19 населения Москвы. На первом отрезке графика (рис. 1) мы наблюдаем, что рост регистрируемой заболеваемости COVID-19 связан с увеличением охвата лабораторным тестированием населения. Однако такая картина заболеваемости обусловлена недостаточно высоким уровнем охвата лабораторным тестированием на первом этапе, а реальная динамика распространения COVID-19 среди населения Москвы могла бы быть немного другой. Только при достижении достаточно высокого уровня охвата лабораторным тестированием (примерно выше 30 тыс.) мы видим (вторая часть рис. 1.), что дальнейший рост или снижение охвата лабораторными исследованиями не оказывает существенного влияния на рост или снижение регистрируемой заболеваемости COVID-19.

Таким образом, опытным путем установлено, что для г. Москвы пороговым значением является проведение 30 тыс. лабораторных исследований в сутки. При достижении этого значения дальнейшее увеличение исследований практически не влияет на динамику выявляемых случаев заболевания COVID-19. Это означает, что при поиске факторов, послуживших изменению динамики заболеваемости COVID-19, фактор количества лабораторных исследований можно исключить (при условии высокого охвата лабораторным тестированием).

Анализ заболеваемости COVID-19 населения Москвы по возрастам показал, что в целом за весь рассматриваемый период в Москве чаще болели люди среднего трудоспособного возраста: удельный вес больных в возрасте от 18 до 65 лет составил 77,1 %. В показателях заболеваемости структура следующая: дети до 6 лет составили 829,8 ‰, в возрасте от 7 до 14 лет — 902,7 ‰, от 15 до 17 лет — 1073,0 ‰; взрослые в возрасте от 18 до 39 лет — 2279,5 ‰, в возрасте от 40 до 65 лет — 2474,5 ‰, старше 65 лет — 2116,4 ‰. Достоверность различий показателей всех возрастных групп составила более 95 % ( $p < 0,05$ ) (рис. 2). Таким образом, возрастную группу людей трудоспособного возраста характеризует, наряду с высоким показателем заболеваемости, высокий удельный вес заболевших, что позволяет считать данную

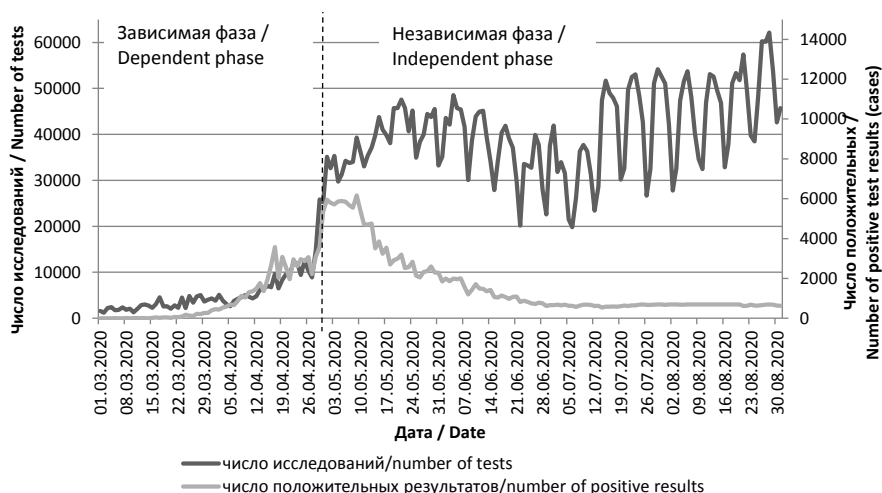


Рис. 1. Динамика заболеваемости коронавирусной инфекцией COVID-2019 населения г. Москвы и количества проведенных лабораторных исследований в период с 01.03.2020 по 31.08.2020

Fig. 1. COVID-19 incident cases and the number of diagnostic tests for COVID-2019 in the population of Moscow, March 1 to August 31, 2020

возрастную группу группой риска по заболеванию коронавирусной инфекцией COVID-19.

Анализ заболеваемости по возрастам в динамике показал общую для всех возрастных групп тенденцию, однако уровень заболеваемости был разным. В целом самая высокая заболеваемость отмечалась в возрастных группах 40–65 лет и 18–39 лет. При этом на пике эпидемии зарегистрированы эпизоды, когда заболеваемость в группе 65 лет и старше превышала уровень заболеваемости остальных групп населения. Заболеваемость детей была практически в 2–3 раза ниже заболеваемости взрослых. Причем уровень заболеваемости детей был прямо пропорционален возрасту: чем старше, тем выше уровень заболеваемости.

С июля 2020 г. структура поменялась: на первое место по уровню заболеваемости вышла группа 18–39 лет, а среди детей – младшая возрастная группа до 6 лет. В конце августа 2020 г. начала доминировать возрастная группа 65 лет и старше.

Половая структура заболевших незначительно смещена в сторону женщин. Зарегистрировано 52,6 % заболевших женщин, тогда как мужчины составили 47,4 %, что может быть связано с более внимательным отношением женщин к собственному здоровью по сравнению с мужчинами и, следовательно, более частым обращением за медицинской помощью.

По территориальному признаку заболеваемость коронавирусной инфекцией распределена неравномерно. Наибольшая заболеваемость регистрируется в Троицком и Новомосковском (4177,1 ‰), Северном (2404,6 ‰) и Южном (2151,3 ‰) административных округах, наименьшая заболеваемость регистрируется в Западном (1774,7 ‰), Центральном (1837,7 ‰) и Северо-Восточном (1959,6 ‰) административных округах (рис. 3).

По данным персонифицированного регистра положительных результатов обследования на новую коронавирусную инфекцию (COVID-19), структура диагнозов в общем числе инфицированных изменялась в зависимости от уровня заболеваемости. В целом на всем протяжении наблюдения за COVID-19 доля бессимптомных случаев всегда преобладала, случаи с симптомами ОРВИ регистрировались немного реже, наименьшую долю составляли случаи с симптомами пневмонии. В то же время имеются нюансы: доля случаев COVID-19 с явлениями пневмонии на пике заболеваемости (17-я – 19-я недели) была максимальной и составляла 20–21 %. Далее по мере спада заболеваемости COVID-19 доля пневмоний постепенно уменьшалась, достигнув значения 3–6 % в точке наименьшего числа заболевших COVID-19. Наоборот, доля бессимптомных форм COVID-19 на пике заболеваемости была

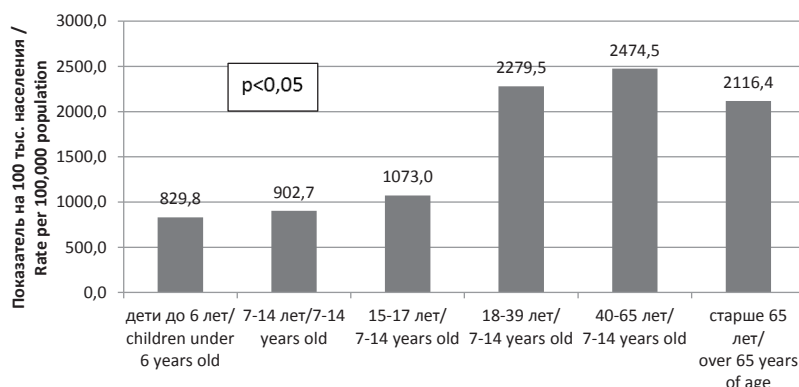


Рис. 2. Возрастная структура заболевших коронавирусной инфекцией COVID-2019 среди населения Москвы в период с 01.03.2020 по 31.08.2020

Fig. 2. Age structure of COVID-2019 cases in the population of Moscow, March 1 to August 31, 2020

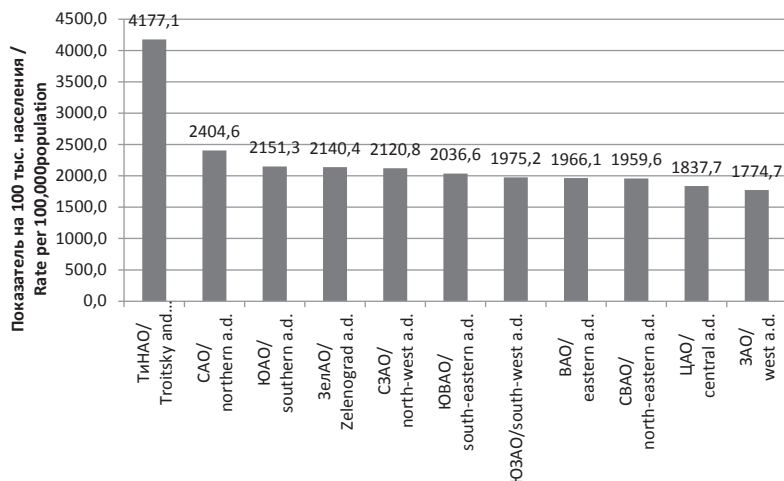


Рис. 3. Заболеваемость коронавирусной инфекцией COVID-2019 в разрезе административных округов г. Москвы за период с 01.03.2020 по 31.08.2020

Fig. 3. The incidence of COVID-2019 by administrative districts of Moscow, March 1 to August 31, 2020

наименьшей — 36–42 %. По мере снижения заболеваемости процент бессимптомных случаев увеличивался, достигнув значений 55–62 % в точке наименьшего числа заболевших. При этом доля ОРВИ практически была на одном уровне и значительно не менялась от числа заболевших COVID-19 (рис. 4).

До 19-й недели 2020 года в г. Москве наблюдаются разнонаправленные тенденции заболеваемости гриппом и ОРВИ и новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Заболеваемость гриппом и ОРВИ имеет тенденцию к снижению, а заболеваемость COVID-19 имеет тенденцию к росту. Резкий рост заболеваемости коронавирусной инфекцией на фоне спада заболеваемости ОРВИ был связан с отсутствием иммунных лиц к COVID-19 среди населения (рис. 5).

Однако с 19-й недели 2020 года отмечается перелом, и заболеваемость COVID-19 приобрела тенденцию к снижению, подобную сезонному снижению заболеваемости, как при ОРВИ. Одновременно с этим начиная с 19-й недели 2020 года прослеживается однонаправленная тенденция и выраженная взаимосвязь между заболеваемостью COVID-19 и ОРВИ (коэффициент корреляции с 18-й недели 2020

года составляет 0,88). По этим данным можно предположить, что на распространение ОРВИ и COVID-19 действуют одни и те же природно-климатические и социальные факторы (природно-климатические — температурные колебания, продолжительность светового дня, влажность и т. д.; социальные — миграция населения, возвращение из отпусков, формирование детских коллективов и т. д.).

Если условия и факторы, способствующие распространению и приросту заболеваемости для группы ОРВИ и коронавирусной инфекции одинаковые, то можно предположить, что динамика заболеваемости коронавирусной инфекцией приобретет черты сезонной заболеваемости ОРВИ. В дальнейшем интенсивность подобных эпидемических подъемов коронавирусной инфекции прежде всего будет зависеть от популяционного иммунитета, включая постпрививочный иммунитет, а также от генетической изменчивости вируса.

### Заключение

Установлено, что рост и снижение заболеваемости COVID-19 населения г. Москвы носили экспоненциальный характер, причем скорость

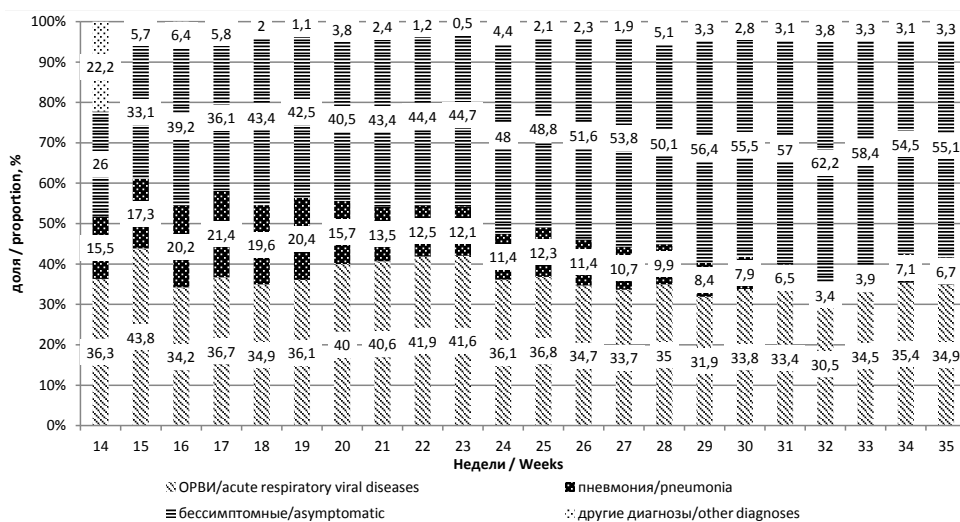


Рис. 4. Доля заболевших пневмонией и ОРВИ в структуре клинических проявлений коронавирусной инфекции COVID-2019

Fig. 4. The proportion of patients with pneumonia and upper respiratory tract infections in the structure of clinical manifestations of COVID-2019

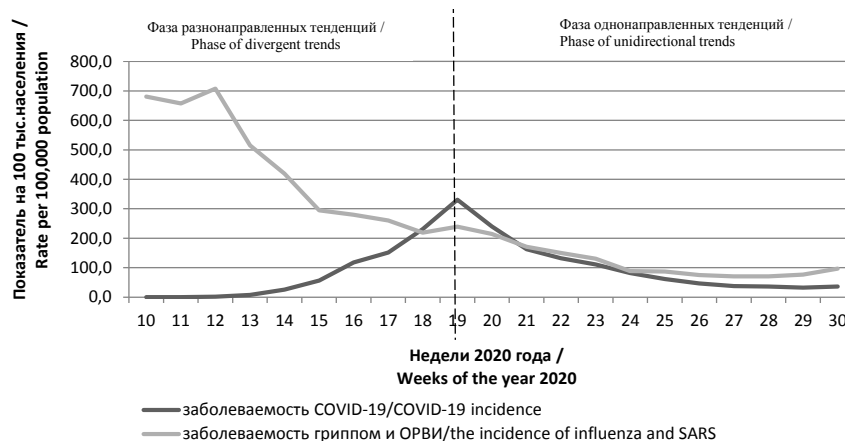


Рис. 5. Динамика заболеваемости населения г. Москвы гриппом и ОРВИ, внебольничными пневмониями и коронавирусной инфекцией COVID-2019 за период с 10-й по 35-ю неделю 2020 г.

Fig. 5. Incidence rates of influenza, upper respiratory tract infections, community-acquired pneumonia, and COVID-2019 in the city of Moscow, weeks 10–35, 2020

спада была практически в 6–8 раз ниже скорости подъема заболеваемости. Заболеваемость COVID-19 в Москве выше уровня заболеваемости в целом по Российской Федерации в 2,9 раза.

Для г. Москвы пороговым значением является проведение 30 тыс. лабораторных исследований в сутки. При достижении этого значения дальнейшее увеличение исследований практически не влияет на динамику выявляемых случаев заболевания COVID-19.

Группой риска по заболеванию коронавирусной инфекцией COVID-19 являются люди трудоспособного возраста, в особенности группа 40–60 лет.

Показано, что доля COVID-19 с проявлениями пневмонии прямо пропорциональна уровню заболеваемости COVID-19 населения Москвы и варьировала от 21,4 % во время подъема заболеваемости до 3,4 % в период спада заболеваемости. В то же время экстенсивный показатель бессимптомных форм был обратно пропорционален уровню заболеваемости COVID-19.

Выдвинута гипотеза подъема заболеваемости COVID-19 в осенние и зимние месяцы с принятием черт сезонного характера в динамике заболеваемости COVID-19, коррелирующих с ОРВИ.

**Информация о вкладе авторов:** А.В. Иваненко — разработка дизайна исследования, утверждение окончательного варианта статьи; Д.В. Соловьев — получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи; Н.А. Волкова — получение данных для анализа, итоговая переработка статьи; В.М. Глиненко — разработка дизайна исследования, итоговая переработка статьи; О.А. Смирнова — анализ полученных данных, написание текста рукописи; И.С. Шведова — анализ полученных данных, написание текста рукописи; Е.В. Бахмутская — анализ полученных данных, написание текста рукописи; Д.А. Мельников — анализ полученных данных, написание текста рукописи.

**Финансирование:** авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 3–9, 11–17 см. References)

1. Воробьева О.В., Ласточкин А.В. Клинико-морфологический случай COVID-19. Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2020. Т. 10. № 2. С. 90–93.
2. Брико Н.И., Каграманян И.Н., Никифоров В.В. и др. Пандемия COVID-19. Меры борьбы с ее распространением в Российской Федерации. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2020. Т. 19. № 2. С. 4–12.
3. Львов Д.К., Альховский С.В., Колобухина Л.В. и др. 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.
4. Шлемская В.В., Хатеев А.В., Просин В.И. и др. Новая коронавирусная инфекция COVID-19: краткая характеристика и меры по противодействию ее распространению в Российской Федерации Медицина катастроф. 2020. № 1. С. 57–61.
5. Мизинцева М.Ф., Гербина Т.В., Чугрина М.А. Экономика эпидемий. Влияние COVID-19 на мировую экономику (обзор). Пандемия COVID-19. Биология и экономика. Специальный выпуск: информационно-аналитический сборник ВНИИТИ РАН. М., Издательство Перо, 2020. С. 61–102.
6. Даниленко Д.М., Комиссаров А.Б., Стукова М.А. и др. Быть или не быть: прогноз развития эпидемии COVID-19 в России. Журнал инфектологии. 2020; Т. 12. № 3. С. 6–11.

#### References

1. Vorobyeva OV, Lastochkin AV. A clinical and morphological case of COVID-19. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy*. 2020; 10(2):90–93. (In Russian). DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/epidem.2020.2.90-93>
2. Briko NI, Kagramanyan IN, Nikiforov VV, et al. Pandemic COVID-19. Prevention measures in the Russian Federation. *Epidemiologiya i Vaksinooprofilaktika*. 2020; 19(2):4–12. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-2-4-12>
3. Kobayashi T, Jung SM, Linton NM, et al. Communicating the risk of death from novel coronavirus disease (COVID-19). *J Clin Med*. 2020; 9(2):580. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9020580>
4. Hu Z, Song C, Xu C, et al. Clinical characteristics of 24 asymptomatic infections with COVID-19 screened among close contacts in Nanjing, China. *Sci China Life Sci*. 2020; 63(5):706–711. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11427-020-1661-4>
5. Liu K, Chen Y, Lin R, et al. Clinical features of COVID-19 in elderly patients: A comparison with young and middle-aged patients. *J Infect*. 2020;80(6):e14–e18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.005>
6. Ceccarelli M, Berretta M, Rullo E, et al. Differences and similarities between Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) – Coronavirus (CoV) and SARS-CoV-2. Would a rose by another name smell as sweet? *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2020; 24(5):2781–2783. DOI: [https://doi.org/10.26355/eurev.202003\\_20551](https://doi.org/10.26355/eurev.202003_20551)
7. Rothe C, Schunk M, Sothmann P, et al. Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany. *N Engl J Med*. 2020; 382(10):970–971. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMc2001468>
8. Abdollahi E, Champredon D, Langley JM, et al. Temporal estimates of case–fatality rate for COVID-19 outbreaks in Canada and the United States. *CMAJ*. 2020; 192(25):E666–E670. DOI: <https://doi.org/10.1503/cmaj.200711>
9. Wu F, Zhao S, Yu B, et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*. 2020; 579(7798):265–269. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>
10. Lvov DK, Alkhovsky SV, Kolobukhina LV, et al. Etiology of epidemic outbreaks COVID-19 in Wuhan, Hubei Province, Chinese People Republic associated with 2019-nCoV (Nidovirales, Coronaviridae, Coronavirinae, Betacoronavirus, Subgenus Sarbecovirus): lessons of SARS-CoV outbreak. *Voprosy Virusologii*. 2020; 65(1):6–15. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.36233/0507-4088-2020-65-1-6-15>
11. Shen M, Peng Z, Xiao Y, et al. Modeling the epidemic trend of the 2019 novel coronavirus outbreak in China. *Innovation (N Y)*. 2020; 1(3):100048. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2020.100048>
12. Flahault A. COVID-19 cacophony: is there any orchestra conductor? *Lancet*. 2020; 395(10229):1037. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30491-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30491-8)
13. Callaway E, Cyranoski D. China coronavirus: Six questions scientists are asking. *Nature*. 2020; 577(7792):605–607. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00166-6>
14. Wu D, Wu T, Liu Q, et al. The SARS-CoV-2 outbreak: What we know. *Int J Infect Dis*. 2020; 94:44–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.004>
15. Sebastiani G, Massa M, Riboli E. Covid-19 epidemic in Italy: evolution, projections and impact of government measures. *Eur J Epidemiol*. 2020; 35(4):341–345. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10654-020-00631-6>
16. Holshue ML, DeBolt C, Lindquist S, et al. First case of 2019 novel coronavirus in the United States. *N Engl J Med*. 2020; 382(10):929–936. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001191>
17. Liu E, Hu O, Xiao J, et al. Time-varying transmission dynamics of novel coronavirus pneumonia in China. [Preprint] DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.01.25.919787>
18. Shlemskaya VV, Khateev AV, Prosin VI, et al. New coronavirus infection COVID-19: brief description and measures to counter its spread in Russian Federation. *Meditsina Katastrof*. 2020; (1):57–61. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2020-1-57-61>
19. Mizintseva MF, Gerbina TV, Chugrina MA. [The economy of epidemics. Impact of COVID-19 on the world economy (overview).] In: Mizintseva MF, editor. [COVID-19 Pandemic. Biology and Economics. Special Issue: Information and Analytical Collection.] Moscow: Pero Publ., 2020. Pp. 61–102. (In Russian).
20. Danilenko DM, Komissarov AB, Stukova MA, et al. To be or not to be: forecast of Covid-19 epidemic development in Russia. *Zhurnal Infektologii*. 2020; 12(3):6–11. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2020-12-3-6-11>

© Летюшев А.Н., Степанова Т.Ф., Шарухо Г.В., 2021

УДК 614.4

**Заболееваемость энтеробиозом детей, посещающих образовательные организации Тюменской области**А.Н. Летюшев<sup>1,2</sup>, Т.Ф. Степанова<sup>1</sup>, Г.В. Шарухо<sup>2</sup><sup>1</sup>ФБУН «Тюменский научно-исследовательский институт краевой инфекционной патологии» Роспотребнадзора, ул. Республики, д. 147, г. Тюмень, 625026, Российская Федерация<sup>2</sup>Управление Роспотребнадзора по Тюменской области, пр. Геологоразведчиков, д. 1, г. Тюмень, 625026, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* Энтеробиоз остается доминирующей инвазией в структуре паразитарных заболеваний. При этом, судя по показателям заболеваемости энтеробиозом, активность эпидемического процесса существенно варьирует как в разрезе регионов страны, так и в разрезе муниципальных образований в отдельно взятом субъекте. *Цель* настоящего исследования – оценить активность эпидемического процесса энтеробиоза на основе данных первичной заболеваемости и охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей возрастных групп с 3 до 6 лет и с 7 до 14 лет, посещающих дошкольные и общеобразовательные организации Тюменской области. *Материалы и методы.* Материалами для настоящего исследования послужили сведения о заболеваемости энтеробиозом и об охвате обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей возрастных групп с 3 до 6 лет и с 7 до 14 лет, в разрезе муниципальных образований Тюменской области за период с 2013 по 2017 г. Интервальные (показатель заболеваемости на 100 тыс. населения и уровень охвата обследованием в %) данные анализировали с помощью методов вариационной статистики. Для проверки гипотезы о том, что различия нескольких выборок являются случайными, применялся однофакторный дисперсионный анализ. Дополнительно проводили расчет разности между сравниваемыми средними и определяли ее 95%-й доверительный интервал. Сила зависимости между изучаемыми явлениями измерялась с помощью коэффициента детерминации, представляющего собой коэффициент корреляции Пирсона в квадрате. *Результаты.* Дана сравнительная характеристика активности эпидемического процесса энтеробиоза на основе данных официальной заболеваемости и охвата обследованием детей с 3 до 14 лет, посещавших образовательные организации в Тюменской области в 2013–2017 гг. Проведена оценка в разрезе регионов Тюменской области наличия детерминационной зависимости между показателями заболеваемости энтеробиозом и приверженностью медицинских работников назначению лабораторных обследований на наличие возбудителей паразитарных болезней детям в организованных коллективах. *Выводы.* Выявлено, что все административные территории Тюменской области имели выраженную дисперсию по показателям заболеваемости энтеробиозом детей из организованных коллективов. При этом относительно высокий уровень первичной заболеваемости энтеробиозом в одних районах формировался, главным образом, за счет широкого охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей данных возрастных групп, и наоборот, в других районах региона низкие охваты обследованием детей занижали показатели заболеваемости энтеробиозом, что создавало ложное представление об эпидемиологическом благополучии.

**Ключевые слова:** энтеробиоз, заболеваемость, охват обследованием, общеобразовательные организации.

**Для цитирования:** Летюшев А.Н., Степанова Т.Ф., Шарухо Г.В. Заболеваемость энтеробиозом детей, посещающих образовательные организации Тюменской области // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 63–69. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-63-69>

**Информация об авторах:**

✉ **Летюшев** Александр Николаевич – к.м.н., ведущий научный сотрудник Тюменского НИИ краевой инфекционной патологии; e-mail: [anletyushev@mail.ru](mailto:anletyushev@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4185-9829>.

**Степанова** Татьяна Фёдоровна – д.м.н., профессор, директор Тюменского НИИ краевой инфекционной патологии; e-mail: [info@tniikp.rospotrebнадzor.ru](mailto:info@tniikp.rospotrebнадzor.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6289-6274>.

**Шарухо** Галина Васильевна – д.м.н., руководитель Управления Роспотребнадзора по Тюменской области; e-mail: [nadzor72@tyumen-service.ru](mailto:nadzor72@tyumen-service.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0772-8224>.

**The Incidence of Enterobiasis in Children Attending Educational Institutions of the Tyumen Region**А.Н. Letyushev,<sup>1,2</sup> Т.Ф. Stepanova,<sup>1</sup> G.V. Sharukho<sup>2</sup><sup>1</sup>Tyumen Region Infection Pathology Research Institute, 147 Respubliki Street, Tyumen, 625026, Russian Federation<sup>2</sup>Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Tyumen Region, 1 Geologorazvedchikov Street, Tyumen, 625026, Russian Federation

**Summary.** *Introduction:* Enterobiasis remains a predominant invasion in the structure of parasitic diseases. At the same time, judging by the incidence rates of enterobiasis, the activity of the epidemic process differs significantly from one region to another and even between cities of one and the same region. The *purpose* of our study was to assess the intensity of the epidemic process of enterobiasis based on incidence rates and pinworm testing coverage in children aged 3 to 6 years attending preschools and schoolchildren aged 7 to 14 years in the Tyumen Region. *Materials and methods:* We analyzed data on the incidence of enterobiasis (per 100 thousand population) and pinworm testing coverage (%) per 100 children of two age groups (3 to 6 and 7 to 14 years old) by municipalities of the Tyumen Region in 2013–2017. The interval data were analyzed using methods of variation statistics. To test the hypothesis that the differences between samples were random, a univariate analysis of variance was used. Additionally, the mean difference was calculated and its 95 % confidence interval was determined. The strength of the relationship between two variables was measured using the coefficient of determination, i.e. the square of the Pearson correlation coefficient. *Results:* We gave a comparative characteristic of the intensity of the epidemic process of enterobiasis based on the incidence and pinworm testing coverage data in 3 to 14-year-old children attending educational institutions of the Tyumen Region in 2013–2017 and assessed the deterministic relationship between the incidence rates of enterobiasis and the commitment of healthcare workers to pinworm detection testing in organized groups of children. *Conclusions:* We established that the incidence of pinworm infection in the child population of the Tyumen Region differed significantly between the administrative territories. It should be noted, however, that a relatively high incidence of enterobiasis in some areas was mainly attributed to a high pinworm testing coverage of children while in other areas a low coverage underestimated the incidence rate of enterobiasis and created a false impression of epidemiological welfare.

**Keywords:** enterobiasis, incidence, pinworm testing coverage, educational institutions.

**For citation:** Letyushev AN, Stepanova TF, Sharukho GV. The incidence of enterobiasis in children attending educational institutions of the Tyumen Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):63–69. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-63-69>

**Author information:**

✉ Aleksandr N. **Letyushev**, Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Tyumen Research Institute of Regional Infectious Diseases; e-mail: anletyushev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4185-9829>.  
Tatyana F. **Stepanova**, MD, D.M.Sc., Professor, Director of the Tyumen Research Institute of Regional Infectious Diseases; e-mail: info@tniikip.rosпотребнадзор.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6289-6274>.  
Galina V. **Sharukho**, MD, D.M.Sc., Head of the Department of Rospotrebnadzor in the Tyumen Region; e-mail: nadzor72@tyumen-service.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0772-8224>.

**Введение.** По современным оценкам ВОЗ, каждый четвертый житель Земли поражен кишечными паразитами [1, 2]. Гельминтозы человека широко распространены в мире, на их долю, по данным ВОЗ, приходится более 90 % всей обусловленной паразитами патологии [3, 4].

Самый распространенный гельминтоз, который определяет уровень детской заболеваемости паразитозами, — энтеробиоз. Он продолжает оставаться доминирующей инвазией в структуре паразитарных заболеваний. Так, например, доля энтеробиоза в структуре паразитарной заболеваемости населения Республики Северная Осетия — Алания варьировала от 39,8 % до 46,9 % [5], тогда как, например, в Астраханской области доля энтеробиоза в структуре паразитозов составила более 90 % [6, 7].

В 2017 году в Российской Федерации зарегистрировано около 227 тыс. случаев энтеробиоза, показатель составил 154,73 на 100 тыс. населения, что ниже показателя прошлого года на 5,23 %. На долю детей до 17 лет приходится 97,5 % всех случаев энтеробиоза, показатель заболеваемости составил 755,07 на 100 тыс. детей данного возраста, что на 6,89 % меньше по сравнению с 2016 годом<sup>1</sup>. Динамика заболеваемости энтеробиозом в последние годы имеет устойчивую тенденцию к снижению.

Однако вопрос о том, насколько информативны при оценке активности эпидемического процесса паразитозов официальные данные о первичной заболеваемости без учета сведений об охвате населения обследованием на наличие возбудителей паразитарных болезней, в т. ч. энтеробиоза, остается актуальным [8, 9]. Результаты отдельных исследований указывают, что в целом на показатели заболеваемости паразитарными болезнями существенное влияние оказывает уровень охвата населения обследования на наличие возбудителей паразитарных болезней [10–12]. Выявленные закономерности особенно актуальны для описторхоза. Так, проведенные исследования показали, что на отдельных территориях относительно высокий уровень первичной заболеваемости описторхозом формировался, главным образом, за счет высокого охвата копроовоскопическим обследованием населения данных территорий и не был связан с активностью эпидемического процесса [13–15].

Таким образом, учитывая высокую распространенность энтеробиоза и заболеваемости данным гельминтозом преимущественного детей организованных коллективов, оценка влияния и уровня охвата детей лабораторным обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза особенно актуальна.

**Цель исследования** — оценить активность эпидемического процесса энтеробиоза на основе данных первичной заболеваемости и охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей возрастных групп с 3 до 6 лет и с 7 до 14 лет, посещающих дошкольные и общеобразовательные организации Тюменской области.

**Материалы и методы.** Материалами для настоящего исследования послужили данные формы федерального статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» в разрезе административных территорий Тюменской области за 2013–2017 гг. Для расчета уровня охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей возрастных групп с 3 до 6 лет и с 7 до 14 лет, посещающих образовательные организации, послужили данные об объемах паразитологических исследований, проведенных клинико-диагностическими лабораториями медицинских организаций (далее КДЛ МО) Тюменской области за 2013–2017 гг. Всего в анализ включены результаты 455 160 обследований (перианальный соскоб), в том числе 262 193 обследований детей 3–6 лет, посещающих дошкольные образовательные организации (далее ДОО), и 192 967 обследований детей 7–14 лет, посещающих средние общеобразовательные организации (далее — СОШ).

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программного продукта SPSS (США), предназначенного для выполнения научного статистического анализа<sup>2</sup>. В исследовании использовали интервальные (количественные) данные, которые анализировали с помощью методов вариационной статистики. Для проверки гипотезы о том, что различия нескольких выборок являются случайными, применяли однофакторный дисперсионный анализ. Дополнительно проводили расчет t-критерия для парных выборок, который использовался для оценки различия средних значений изучаемых явлений, с определенной стороны характеризующих сравниваемые группы. Если значимость t-критерия была меньше 0,05, то гипотеза о равенстве средних отвергалась. Кроме этого, проводили расчет разности между сравниваемыми средними и определяли ее 95%-й доверительный интервал (далее ДИ). Если ДИ этой разности не содержал внутри себя 0, то гипотеза о равенстве средних отвергалась, и с достоверностью 95 % можно было утверждать, что исследуемые группы различались между собой по величине изучаемого показателя<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 г.» Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 268 с.

<sup>2</sup> SPSS® Base 8 0 Windows® Applications Guide, Copyright © 1998 by SPSS Inc. All rights reserved - Copyright © 1998 SPSU Rus.

<sup>3</sup> Бослаф С. Статистика для всех / Пер. с англ. П. А. Волкова, И. М. Флямер, М. В. Либерман, А. А. Галицына. М.: ДМК Пресс, 2015. 245 с.

Классификация исходных данных по группам (кластерам) осуществлялась с помощью кластерного анализа методом  $k$ -средних, с преобразованием исходных данных в  $z$ -нормированные значения. Для оценки детерминистической зависимости между изучаемыми явлениями использовались диаграммы рассеивания. Сила зависимости измерялась с помощью коэффициента детерминации ( $R^2$ ), представляющего собой коэффициент корреляции Пирсона в квадрате<sup>4</sup>.

**Результаты и их обсуждение.** В Тюменской области в 2013–2017 гг. средняя заболеваемость энтеробиозом детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, была равна 1339 случаев на 100 тыс. детей (табл. 1).

В 25 % наблюдений показатель заболеваемости был более 1828,6 случаев на 100 тыс. детей, тогда как, судя по 25%-му процентилю, в других 25 % административных территорий Тюменской области заболеваемость энтеробиозом детей данной возрастной группы не превышала 256 случаев на 100 тыс. детей.

Средняя заболеваемость энтеробиозом детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ, за анализируемый период составила 744,8 случаев на 100 тыс. детей. В данной возрастной группе в 50 % всех наблюдений значение показателя заболеваемости варьировало от 165,4 до 1187,4 случаев на 100 тыс. детей.

Выявленное распределение заболеваемости энтеробиозом детей данных возрастных групп указывает на выраженную дисперсию административных территорий Тюменской области по величине изучаемых показателей. При этом

при сравнении показателей заболеваемости детей двух возрастных групп установлено, что в течение исследуемого периода заболеваемость энтеробиозом детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, была 1,8 раза выше, чем среди детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ, причем это различие было статистически значимым ( $p = 0,003$ ).

Средняя величина охвата обследованием на наличие возбудителей паразитарных заболеваний детей с 3 до 6 лет, посещавших ДОО в 2013–2017 гг., равна 43 на 100 детей. Особую озабоченность вызывают 25 % административных территорий Тюменской области, где охват обследованием детей не превышал 15 %. При этом в соответствии с действующими санитарными правилами<sup>5</sup> обследованию на наличие возбудителей паразитарных болезней (в т. ч. энтеробиоза) подлежат 100 % детей, посещающих дошкольные организации<sup>6</sup>.

Средний охват обследованием детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ, составил 27,4 на 100 детей. Судя по 75-му процентилю, в 25 % территорий охват обследованием был более 34,7 на 100 детей. По 25%-му процентилю можно заключить, что для 25 % территорий области охват обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза не превышал 8,8 на 100 детей. Иначе говоря, судя по данным, представленным КДЛ МО, есть административные территории области, на которых охват обследованием детей с 7 до 14 лет не превышал 9 %.

Таким образом, в уровнях охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей изучаемых возрастных групп также наблюдается выраженный разброс по величине

**Таблица 1. Заболеваемость энтеробиозом (в показателях на 100 тыс. детей) и охват обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза (в показателях на 100 детей) детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, и детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ, в среднем по Тюменской области в 2013–2017 гг.**

**Table 1. The average incidence of enterobiasis (per 100 thousand children) and pinworm testing coverage (per 100 children) in children aged 3 to 6 years attending preschools and schoolchildren aged 7 to 14 years in the Tyumen Region, 2013–2017**

| Статистические показатели / Statistical indicators                           |                               | Заболеваемость / Incidence          |                                       | Охват обследованием / Pinworm testing coverage |                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                                              |                               | Дети 3–6 лет / Children aged 3 to 6 | Дети 7–14 лет / Children aged 7 to 14 | Дети 3–6 лет / Children aged 3 to 6            | Дети 7–14 лет / Children aged 7 to 14 |
| <i>n</i>                                                                     |                               | 115                                 | 115                                   | 115                                            | 115                                   |
| Среднее / Mean                                                               |                               | 1339,0                              | 744,8                                 | 43,0                                           | 27,4                                  |
| 95%-й ДИ среднего / 95 % confidence interval for the mean                    | Нижняя граница / Lower limit  | 1090,2                              | 698,9                                 | 38,1                                           | 20,8                                  |
|                                                                              | Верхняя граница / Upper limit | 1587,9                              | 790,8                                 | 47,9                                           | 34,0                                  |
| Процентили / Percentiles                                                     | 25                            | 256,1                               | 165,4                                 | 15,1                                           | 8,85                                  |
|                                                                              | 50                            | 627,4                               | 577,8                                 | 33                                             | 21,99                                 |
|                                                                              | 75                            | 1828,6                              | 1187,4                                | 51,8                                           | 34,7                                  |
| t-критерий / t-test                                                          | t                             | 2,999                               |                                       | 4,859                                          |                                       |
|                                                                              | Значимость / Significance     | 0,003                               |                                       | 0,000                                          |                                       |
| Разность средних / Mean difference                                           |                               | 594,21                              |                                       | 15,64                                          |                                       |
| 95%-й ДИ разности средних / 95 % confidence interval for the mean difference | Нижняя граница / Lower limit  | 366,06                              |                                       | 6,31                                           |                                       |
|                                                                              | Верхняя граница / Upper limit | 822,36                              |                                       | 24,97                                          |                                       |

<sup>4</sup> Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. М.: Практика, 1998. 459 с.

<sup>5</sup> СанПиН 3.2.3215–14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» (утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 23 июля 2010 г.). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. 46 с.

<sup>6</sup> СП 3.2.3110–13 «Профилактика энтеробиоза» (утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22 октября 2013 г. № 57). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. 11 с.

данного показателя в территориях области. При сравнении уровней охвата детей двух возрастных групп установлено, что в течение исследуемого периода охват обследованием детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, был 1,6 раза выше, чем детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ. Это различие было статистически значимым ( $p = 0,000$ ).

Для оценки влияния охвата обследованием на показатели заболеваемости мы воспользовались кластерным анализом на основе k-средних. Для

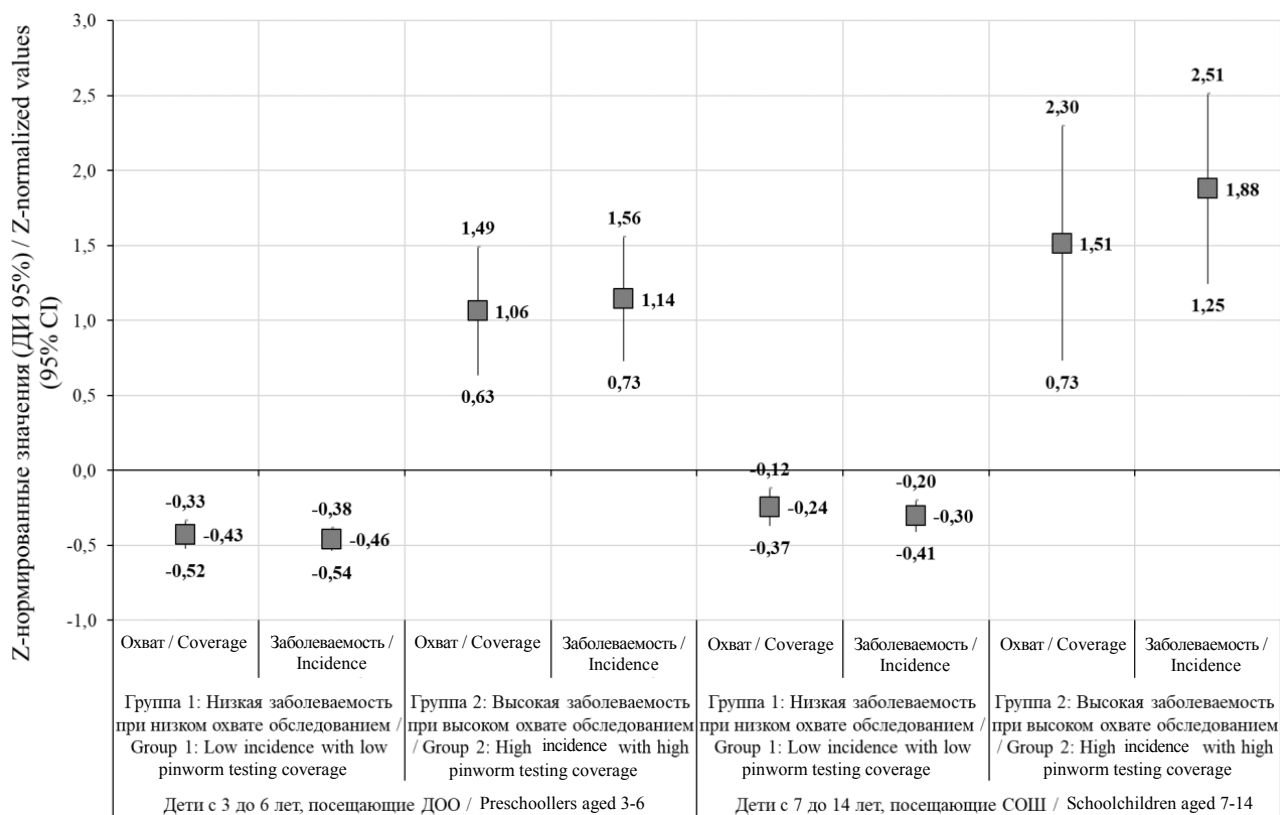
этого данные о заболеваемости измеряемой в показателях на 100 тыс. населения и охвате обследованием в показателях на 100 детей преобразовали в z-нормированные значения. В результате значение каждой переменной изменялось так, что среднее для переменных стало равно 0, а стандартное отклонение = 1.

Результаты кластеризации наблюдений с помощью метода K-средних представлены в табл. 2 и визуализированы в виде ящичных диаграмм на рис. 1.

**Таблица 2.** Итоги кластеризации k-средними административных территорий Тюменской области по охвату обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза (в показателях на 100 детей) и заболеваемости энтеробиозом детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, и детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ, в 2013–2017 гг. (в показателях на 100 тыс. детей)

**Table 2.** Results of k-means clustering of the administrative territories of the Tyumen Region by pinworm testing coverage (per 100 children) and the incidence of enterobiasis (per 100,000 children) in children aged 3 to 6 years attending preschools and schoolchildren aged 7 to 14 years, 2013–2017

| Оцениваемые показатели / Estimated indicators  | Кластеры наблюдений, исходя из уровней заболеваемости и охвата обследованием детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО / Observation clusters based on incidence rates and coverage of children aged 3 to 6 years attending preschools |                                                                                                                | Кластеры наблюдений, исходя из уровней заболеваемости и охвата обследованием детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ / Observation clusters based on incidence rates and coverage of schoolchildren aged 7 to 14 years |                                                                                                                |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Группа 1: Низкая заболеваемость при низком охвате обследованием / Group 1: Low incidence with low coverage                                                                                                                      | Группа 2: Высокая заболеваемость при высоком охвате обследованием / Group 2: High incidence with high coverage | Группа 1: Низкая заболеваемость при низком охвате обследованием / Group 1: Low incidence with low coverage                                                                                                         | Группа 2: Высокая заболеваемость при высоком охвате обследованием / Group 2: High incidence with high coverage |
| <i>n</i>                                       | 82                                                                                                                                                                                                                              | 33                                                                                                             | 99                                                                                                                                                                                                                 | 16                                                                                                             |
| Охват обследованием / Pinworm testing coverage | 26,24                                                                                                                                                                                                                           | 84,67                                                                                                          | 21,2                                                                                                                                                                                                               | 65,77                                                                                                          |
| Показатель заболеваемости / Incidence rate     | 524,08                                                                                                                                                                                                                          | 3144,41                                                                                                        | 575,53                                                                                                                                                                                                             | 2937,3                                                                                                         |



**Рис. 1.** Диаграмма, иллюстрирующая итоги кластеризации k-средними административных территорий Тюменской области по охвату обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза и показателям заболеваемости энтеробиозом детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, и детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ, в 2013–2017 гг. (данные представлены в виде z-нормированных значений)

**Fig. 1.** The diagram showing the results of k-means clustering of the administrative territories of the Tyumen Region by pinworm testing coverage (per 100 children) and the incidence of enterobiasis (per 100,000 children) in children aged 3 to 6 years attending preschools and schoolchildren aged 7 to 14 years, 2013–2017 (data presented as z-normalized values)

Представленные данные подтверждают, что из двух стратифицированных групп наиболее высокий уровень заболеваемости энтеробиозом среди детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, равный 3144,4 на 100 тыс. детей, отмечался во второй группе территорий Тюменской области, где охват обследованием детей данной возрастной группы был максимальным (84,7 на 100 детей). И наоборот, в первой группе сконцентрировались территории области с уровнем заболеваемости энтеробиозом детей в 6 раз более низким, чем в первой группе (524,08 на 100 тыс. детей) на фоне минимального охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза (26,23 на 100 детей).

Практически аналогичная ситуация наблюдается при группировке административных территорий Тюменской области по показателям заболеваемости и охвату обследованием детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ. Видно, что в первую группу попали территории области, в которых охват детского населения обследованием был низким (21,2 на 100 детей) и уровень заболеваемости детей энтеробиозом был ниже среднеобластного значения (575,5 на 100 тыс. детей). В отличие от этого вторая группа состояла из территорий области с высокой заболеваемостью энтеробиозом детей с 7 до 14 лет (2937,3 на 100 тыс. детей) на фоне максимального охвата обследованием детей данной возрастной группы на наличие возбудителя энтеробиоза (65,8 на 100 детей).

Результаты проведенного однофакторного анализа показывают, что все сформированные кластеры достоверно различались между собой по изучаемым показателям ( $p = 0,000$ ).

На следующем этапе для оценки зависимости показателей заболеваемости энтеробиозом и охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза у детей изучаемых возрастных групп воспользовались диаграммами рассеивания (рис. 2).

На представленной диаграмме по оси X отложены значения охвата обследования в показателях на 100 детей, а по оси Y — показатели заболеваемости энтеробиозом на 100 тыс. детей. Таким образом, каждая территория области в отдельно взятом году имела две точки координат: одну — по оси X, другую — по оси Y. Исходя из данных, отображенных на рис. 2, следует, что с ростом охвата обследованием возрастала и заболеваемость энтеробиозом детей, и наоборот.

Сила этой зависимости измерена с помощью коэффициента детерминации ( $R^2$ ), представляющего собой коэффициент корреляции Пирсона в квадрате. Этот коэффициент показывает, какую долю дисперсии заболеваемости энтеробиозом можно объяснить вариацией охвата обследованием.

Видно, что часть территорий области демонстрировали прямо пропорциональную зависимость между охватом обследованием и заболеваемостью энтеробиозом.

Судя по представленному коэффициенту детерминации ( $R^2 = 0,388$ ), практически 39 % административных территорий Тюменской области демонстрировали зависимость между величиной охвата обследованием детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, и показателями заболеваемости детей данной возрастной группы. Иначе говоря, в 2013–2017 гг. в 45 из 115 наблюдений ( $5 \times 23$ ) заболеваемость энтеробиозом детей определялась величиной охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза.

При аналогичной оценке взаимосвязей между показателями заболеваемости энтеробиозом и охватом обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей с 7 до 14 лет видно, что определенная часть территорий области демонстрировала зависимость между охватом обследованием и заболеваемостью энтеробиозом. Судя по представленному коэффициенту

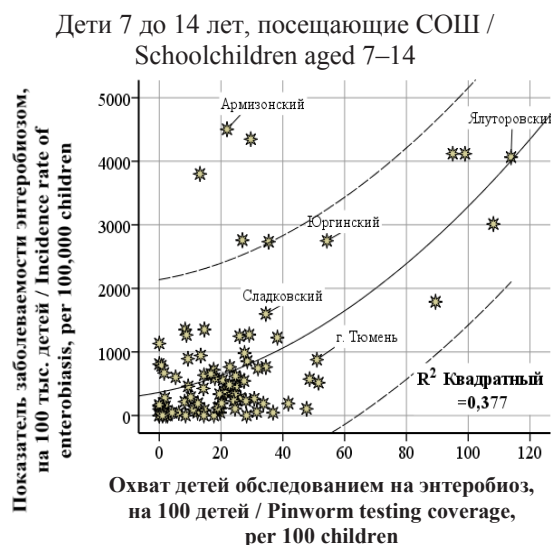
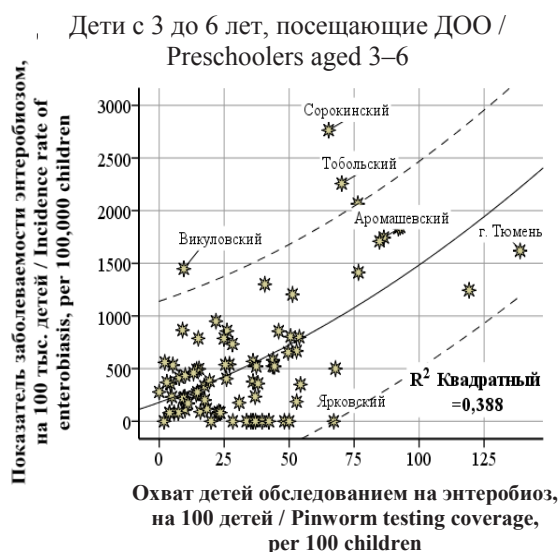


Рис. 2. Результаты оценки детерминационной зависимости между заболеваемостью энтеробиозом и охватом обследованием детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, и детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ, в 2013–2017 гг. в отдельных административных территориях Тюменской области

Fig. 2. The results of assessing the deterministic relationship between the incidence of enterobiasis and pinworm testing coverage in children aged 3 to 6 years attending preschools and schoolchildren aged 7 to 14 years in select administrative territories of the Tyumen Region, 2013–2017

детерминации ( $R^2 = 0,377$ ), практически 38 % административных территорий Тюменской области демонстрировали зависимость между величиной охвата обследованием детей и показателями заболеваемости детей данной возрастной группы. В 2013–2017 гг. в 44 из 115 наблюдений ( $5 \times 23$ ) заболеваемость энтеробиозом детей определялась величиной охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза.

Таким образом, результаты проведенной оценки детерминационной зависимости указывают на высокую роль охвата обследованием в вариации административных территорий Тюменской области по показателям заболеваемости энтеробиозом детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, и детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ, в 2013–2017 гг.

#### Выводы

1. Проведенное исследование показало, что все административные территории Тюменской области имели выраженную дисперсию по показателям заболеваемости энтеробиозом и по уровню охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей с 3 до 14 лет, посещающих дошкольные и общеобразовательные организации, в 2013–2017 гг. При этом показатель заболеваемости энтеробиозом и уровень охвата обследованием на наличие паразитарных заболеваний детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО, был достоверно выше, чем у детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ ( $p < 0,05$ ).

2. Выявленные недостатки в работе отдельных медицинских организаций (в 25 % территорий области охват обследованием детей не превышал 15 на 100 детей), отвечающих за охват детей в организованных коллективах копроовоскопическим обследованием (периманальный соскоб) с целью раннего и полного выявления детей, инвазированных острицами, приводили к серьезным проблемам с результативностью вторичной профилактики (своевременное лечение инвазированных лиц), что могло способствовать распространению инвазии в детских организованных коллективах.

3. Установлено, что среди детей организованных коллективов в возрасте с 3 до 14 лет относительно высокий уровень первичной заболеваемости энтеробиозом обеспечивался, главным образом, за счет широкого охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей данных возрастных групп и наоборот. Результаты проведенной оценки детерминационной зависимости указывают, что практически в 40 % наблюдений показатели заболеваемости энтеробиозом детей с 3 до 6 лет, посещающих ДОО ( $R^2 = 0,388$ ), и детей с 7 до 14 лет, посещающих СОШ ( $R^2 = 0,377$ ), определялись уровнем охвата обследованием на наличие возбудителя энтеробиоза детей данных возрастных групп.

**Информация о вкладе авторов:** Степанова Т.Ф. — разработка дизайна исследования; Летюшев А.Н. — получение данных для анализа, написание текста рукописи, Шаруха Г.В. — обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста рукописи.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 1–4 см. References)

- Бутаев Т.М., Отараева Н.И., Караева Е.Т. и др. Заболеваемость энтеробиозом в Республике Северная Осетия — Алания // Инфекция и иммунитет. 2012. Т. 2. № 1–2. С. 358.
- Аракельян Р.С., Сало А.А., Ибрагимова С.А. Современная ситуация по паразитарным болезням у детей в Астраханской области // Новая наука: От идеи к результату. 2016, № 6–2 (90). С. 16–20.
- Хаймин Е.Б., Хаймина Т.Д., Кутына А.В. и др. Структура паразитарной заболеваемости детского и взрослого населения Астраханской области за 2013–2015 гг. // Современные научные исследования и разработки. 2016. № 6 (6). С. 510–513.
- Крига А.С., Усков П.А., Летюшев А.Н. и др. Некоторые подходы к поиску причин дисперсии микроучастков г. Омска по показателям заболеваемости взрослого населения описторхозом // Национальные приоритеты России. 2014. № 3 (13). С. 78–81.
- Степанова Т.Ф., Летюшев А.Н., Корначев А.С. и др. Оценка некоторых факторов, оказывающих влияние на дисперсию микроучастков г. Омска по показателям заболеваемости детского населения описторхозом // Итоги и перспективы изучения проблем инфекционных и паразитарных болезней: Сборник трудов Российской научно-практической конференции. Тюмень, 2015. Т. 2. С. 129–134.
- Степанова Т.Ф., Корначев А.С. Оценка результативности профилактики паразитарных заболеваний в Российской Федерации в 2010–2012 гг. Рекомендации по ее повышению: монография: в 2 ч. Ч. 1. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2013. 156 с.
- Степанова Т.Ф., Корначев А.С. Подходы к совершенствованию системы надзора и управления эпидемическим процессом паразитарных заболеваний. Инфекция и иммунитет. 2012. Т. 2. № 1–2. С. 380–380.
- Крига А.С., Усков П.А., Летюшев А.Н. и др. Вариация микроучастков г. Омска по показателям заболеваемости описторхозом детей // Итоги и перспективы изучения проблем инфекционных и паразитарных болезней: Сборник трудов Российской научно-практической конференции. Тюмень, 2015. Т. 1. С. 175–180.
- Степанова Т.Ф., Летюшев А.Н., Корначев А.С. и др. Некоторые подходы к определению зависимости между заболеваемостью, охватом обследованием и пораженностью описторхозом // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 2 (275). С. 34–40.
- Степанова Т.Ф., Летюшев А.Н., Степанова К.Б. и др. Результаты оценки активности эпидемического процесса описторхоза с помощью показателей заболеваемости и пораженности взрослого населения на примере города Омска // Здоровье населения и среда обитания. 2015. № 5 (266). С. 50–55.
- Степанова Т.Ф., Летюшев А.Н., Корначев А.С. и др. Результаты оценки активности эпидемического процесса описторхоза с помощью показателей заболеваемости и пораженности детского населения на примере города Омска // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 9 (258). С. 45–48.

#### References

- Bundy DA, Hall A, Medley GF, *et al.* Evaluating measures to control intestinal parasitic infections. *World Health Stat Q.* 1992; 45(2–3):168–79.

2. WHO/Department of Control of Neglected Tropical Diseases. *Preventive Chemotherapy in Human Helminthiasis. Coordinated Use of Anthelmintic Drugs in Control Interventions: A Manual for Health Professionals and Managers*. Engels D, editor. World Health Organization, 2006. 62 p. Available at: [https://www.who.int/neglected\\_diseases/resources/9241547103/en/](https://www.who.int/neglected_diseases/resources/9241547103/en/). Accessed: 17 March 2021.
3. López MC, Moncada LI, Ariza-Araújo Y, et al. [Evaluation (assessment) of three tests for diagnosis of geohelminths in Colombia.] *Biomedica*. 2013; 33(1):128–136. (In Spanish). DOI: <https://doi.org/10.1590/S0120-41572013000100016>
4. Phongluxa K, Xayaseng V, Vonghachack Y, et al. Helminth infection in southern Laos: high prevalence and low awareness. *Parasit Vectors*. 2013; 6(1):328. DOI: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-328>
5. Butaev TM, Otaraeva NI, Karaeva ET, et al. [The incidence of enterobiasis in the Republic of North Ossetia-Alania.] *Infektsiya i Immunitet*. 2012; 2(1-2):358. (In Russian).
6. Arakelyan RS, Salo AA, Ibragimova SA. [The current situation on parasitic diseases in children in the Astrakhan region.] *Novaya Nauka: Ot Idei k Rezul'tatu*. 2016; (6-2(90)):16-20. (In Russian).
7. Haymin EB, Haymina TD, Kutina AV, et al. The structure of the parasitic diseases of children and adults of the Astrakhan region in 2013–2015 gg. *Sovremennye Nauchnye Issledovaniya i Razrabotki*. 2016; (6(6)):510-513. (In Russian).
8. Kriga AS, Uskov PA, Letyushev AN, et al. Some approaches to the search of dispersion's of microportions causes on the example of opisthorchiasis incidence rate in adult population of Omsk. *Natsional'nye Prioritety Rossii*. 2014; (3(13)):78-81. (In Russian).
9. Stepanova TF, Letyushev AN, Kornachev AS, et al. Assessment of factors influencing the dispersion of micro areas in Omsk according to opisthorchiasis morbidity rates among children. In: *Results and Prospects of Studying Problems of Infectious and Parasitic Diseases: Proceedings of the Russian Scientific and Practical Conference, Tyumen, 24-25 September 2015*. Tyumen: Tyumenskiy Nauchno-Issledovatel'skiy Institut Kraevoy Infektsionnoy Patologii Publ., 2015. Vol. 2. Pp. 129-134. (In Russian).
10. Stepanova TF, Kornachev AS. [Evaluation of Effectiveness of Human Parasitic Disease Prevention in the Russian Federation in 2010–2012. Recommendations for Its Enhancement.] Monograph in 2 parts. Part 1. Tyumen: Izdatel'stvo Tyumenskogo Gosudarstvennogo Universiteta Publ., 2013. 156 p. (In Russian).
11. Stepanova T.F., Kornachev A.S. Approaches to improving the system of supervision and management of the epidemic process of parasitic diseases. *Infektsiya i Immunitet*. 2012; 2(1-2):380-380. (In Russian)
12. Kriga AS, Uskov PA, Letyushev AN, et al. Children opisthorchiasis morbidity variations in Omsk subdistricts. In: *Results and Prospects of Studying Problems of Infectious and Parasitic Diseases: Proceedings of the Russian Scientific and Practical Conference, Tyumen, 24-25 September 2015*. Tyumen: Tyumenskiy Nauchno-Issledovatel'skiy Institut Kraevoy Infektsionnoy Patologii Publ., 2015. Vol. 1. Pp. 175-180. (In Russian).
13. Stepanova TF, Letyushev AN, Kornachev AS, et al. Some approaches to the determination of the dependence between the morbidity, medical examination coverage and infestation opisthorchiasis. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2016; (2(275)):34-39. (In Russian).
14. Stepanova TF, Letyushev AN, Stepanova KB, et al. Evaluation of the results of the evaluation of activity of epidemic process of opisthorchiasis using the morbidity rate and indicators of infestation of adult population by example of Omsk. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2015; (5(266)):50-55. (In Russian).
15. Stepanova TF, Letyushev AN, Stepanova KB, et al. Evaluation of epidemic activity of opisthorchiasis process by morbidity and losses of child population by example of Omsk. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2014; (9(258)):45-48. (In Russian).

Статья получена: 09.07.20  
 Принята в печать: 03.03.21  
 Опубликовано: 31.03.21



© Кривошеев В.В., Столяров А.И., 2021

УДК 614.4

## Влияние метеорологических факторов на заболеваемость и смертность COVID-19 в Москве в апреле-июне 2020 года

В.В. Кривошеев, А.И. Столяров

Автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Технопарк высоких технологий», ул. Промышленная, 19, г. Ханты-Мансийск, 628011, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* Выполнен обзор вопроса о влиянии климатических факторов на заболеваемость и смертность в связи с пандемией COVID-19. Собраны данные о заболеваемости и смертности жителей г. Москвы в период первой волны пандемии с 1 апреля по 25 июня 2020 года и данные о климатических параметрах в период с 1 января по 25 июня 2020 года. Проведен корреляционный анализ зависимостей заболеваемости и смертности населения Москвы от среднесуточных значений ряда метеорологических факторов: атмосферного давления, относительной и абсолютной влажности атмосферного воздуха, температуры воздуха, скорости ветра, количества осадков. Проведенные расчеты позволили получить новые научные знания о влиянии климата на динамику пандемии COVID-19. С высокой степенью достоверности доказано, что климатические факторы на территории г. Москвы оказывают значительное влияние на уровень заболеваемости и смертности в связи с COVID-19. Степень влияния климатических факторов на уровень заболеваемости незначительно выше степени влияния этих факторов на уровень смертности. Наибольшее влияние на уровень заболеваемости и смертности жителей г. Москвы в связи с пандемией COVID-19 оказывают атмосферное давление и скорость ветра, а наименьшее влияние – температура атмосферного воздуха и количество осадков. Коэффициенты корреляции на уровне 0,50–0,70 позволяют с высокой надежностью утверждать, что климатические факторы начинают оказывать влияние на уровень заболеваемости и смертности населения г. Москвы еще за 6–8 недель до появления первых симптомов. На основании эмпирических данных определено, что наиболее вероятный период времени между регистрацией момента заболевания и смерти пациентов, заболевших COVID-19, находится в пределах от 8,63 до 22,13 суток, в среднем 12,63 суток. Полученные нами статистические закономерности демонстрируют высокую сходимость с реальными данными, они фактически подтверждены примерами из международной практики, позволяют определить степень влияния метеорологических условий на конечные результаты пандемии COVID-19 в разные периоды времени и делать прогнозы относительно времени наступления периодов наиболее опасной эпидемиологической обстановки на территории г. Москвы, что делает возможным оперативно принимать необходимые меры профилактического характера.

**Ключевые слова:** коронавирус, заболеваемость и смертность, климатические факторы, статистические исследования, Москва.

**Для цитирования:** Кривошеев В.В., Столяров А.И. Влияние метеорологических факторов на заболеваемость и смертность COVID-19 в Москве в апреле-июне 2020 года // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 70–77. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-70-77>

### Информация об авторах:

✉ **Кривошеев** Владимир Васильевич – ведущий эксперт Автономного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Технопарк высоких технологий»; e-mail: [Vvk\\_usu@mail.ru](mailto:Vvk_usu@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8125-0890>.

**Столяров** Артем Игоревич – директор Автономного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Технопарк высоких технологий»; e-mail: [tp@tp86.ru](mailto:tp@tp86.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2517-9775>.

## Effects of Meteorological Factors on COVID-19 Incidence and Mortality in Moscow in April-June 2020

V. V. Krivosheev, A. I. Stolyarov

High Technology Park, 19 Promyshlennaya Street, Khanty-Mansiysk, 628011 Russian Federation

**Summary.** We studied the impact of meteorological factors including atmospheric pressure, relative and absolute humidity, air temperature, wind speed, and precipitation quantity on COVID-19 incidence and mortality rates in Moscow during the first wave of the pandemic from 1<sup>st</sup> April to 25<sup>th</sup> June 2020 using a correlation analysis. The calculations created new scientific knowledge about the effects of fluctuations in average daily values of weather parameters on the dynamics of the COVID-19 pandemic and demonstrated their statistical significance. We established that meteorological factors had a greater influence on the incidence than on mortality from the novel coronavirus disease. Atmospheric pressure and wind speed had the strongest effect on incidence and mortality rates of Muscovites while air temperature and precipitation quantity demonstrated the least impact. Correlation coefficients of 0.50–0.70 enabled us to assert that the meteorological factors start influencing the incidence and mortality 6 to 8 weeks before the disease onset. Based on empirical data, we also estimated that the most likely period between the disease onset and death of COVID-19 patients ranged from 8.63 to 22.13 days, the average being 12.63 days. The resulting statistical patterns demonstrate high convergence with actual data and international experience and allow determination of the degree of influence of meteorological conditions on the development of the COVID-19 pandemic in different periods and prognosis of the worst scenarios in the city enabling appropriate and timely preventive measures.

**Keywords:** coronavirus, incidence, mortality, meteorological factors, statistical research, Moscow.

**For citation:** Krivosheev VV, Stolyarov AI. Effects of meteorological factors on COVID-19 incidence and mortality in Moscow in April-June 2020. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):70–77. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-70-77>

### Author information:

✉ **Vladimir V. Krivosheev**, Leading expert, High Technology Park, Autonomous Institution of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra; e-mail: [Vvk\\_usu@mail.ru](mailto:Vvk_usu@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8125-0890>.

**Artem I. Stolyarov**, Director, High Technology Park, Autonomous Institution of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra; e-mail: [tp@tp86.ru](mailto:tp@tp86.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2517-9775>.

**Введение.** Изучению влияния метеорологических факторов на динамику заболеваемости и смертности населения в связи с COVID-19 посвящено много опубликованных работ, принадлежащих зарубежным авторам. Эта проблема серьезно интересует ученых многих стран: Бразилии, Кипра, Индонезии, ЮАР, Австрии, Испании, Японии, Саудовской Аравии, Индии, Мексики, Индонезии, Зимбабве, Бангладеш и ряда других. Значительное число работ опубликовано авторами из Китая, США и Италии.

К сожалению, в отечественной литературе информация по этому вопросу изложена крайне скупо и сводится, в лучшем случае, к обсуждению проблемы сезонности распространения коронавируса, поэтому не вызывает удивления то, что зарубежные ученые ни разу не сослались в своих трудах на исследования российских коллег.

К числу метеорологических факторов, которые в большей или меньшей степени влияют на здоровье человека, относятся температура атмосферного воздуха, его абсолютная и относительная влажность, атмосферное давление, количество осадков, уровень ультрафиолетового излучения, скорость ветра и некоторые другие [1, 2].

Превалирующими метеорологическими факторами, исходя из количества публикаций по каждому фактору и их тональности, зарубежные ученые считают температуру атмосферного воздуха, его относительную влажность и уровень ультрафиолетового излучения. Этим факторам, совершенно естественно, уделяется наибольшее внимание.

В некоторых трудах высказывается мнение о превалирующем влиянии метеорологических факторов на заболеваемость COVID-19 [3], в некоторых — совершенно отрицается их влияние или оно считается крайне слабыми [4, 5]. Существует и более сдержанное отношение к проблеме приоритетов, которое сводится к тому, что влияние климата не отрицается, но во главу угла ставится действенность мер правительства государства по сдерживанию пандемии [6] или самодисциплина его граждан [7].

В зарубежной литературе проблеме влияния климата на заболеваемость и смертность, связанные с COVID-19, на территории Российской Федерации уделяется мало внимания. Всего две статьи посвящены исследованию влияния климата на заболеваемость COVID-19 в нашей стране: это работа тайландского ученого Malay Pramanik (Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand) [8] и совместная работа Taiwo Temitope Lasisi, Kayode Kolawole Eluwole (кафедра менеджмента Южно-Уральского государственного университета, Россия, и School of Tourism and Hotel Management, Bahçeşehir Cyprus University, Turkey) [9]. В этих работах исследована связь температуры и скорости ветра с интенсивностью передачи COVID-19 в разных климатических регионах Российской Федерации.

Учитывая положение дел и желая вызвать интерес общественности к проблеме влияния

климата на динамику пандемии COVID-19 в России, авторы решили на примере г. Москвы исследовать влияние метеорологических факторов на уровень заболеваемости и смертности населения, определить, в какие моменты времени эти факторы оказывают наибольшее влияние на конечные результаты пандемии, то есть решить те вопросы, которые могут считаться задачами исследований.

В качестве объекта исследований г. Москва выбран не случайно. Этот выбор объясняется масштабностью заболеваемости и смертности населения, что существенно снижает возможность получения случайных, незакономерных результатов и позволяет считать итоговые выводы наиболее корректными.

**Цель исследования** — изучение влияния климатических факторов на динамику развития пандемии COVID-19 в г. Москве.

**Материалы и методы.** Фактические данные о динамике заболеваемости населения получены с сайта «Статистика развития пандемии коронавируса Covid-19 в России»<sup>1</sup>, на котором ежедневно обновляется информация по России в целом и по каждому субъекту Российской Федерации. Данные об атмосферных характеристиках в определенный период времени рассчитывались с помощью электронного онлайн-калькулятора «Погода в 243 странах мира»<sup>2</sup>. Расчет абсолютной влажности воздуха производился с использованием электронного онлайн-калькулятора «Абсолютная влажность воздуха и относительная влажность воздуха»<sup>3</sup>.

Основная идея данного исследования заключается в том, чтобы определить, в какие периоды времени уровень отдельного метеорологического параметра оказывал влияние на заболевания или смерть человека, какие отрезки времени разделяли эти периоды с моментом обнаружения заболевания, а также рассчитать, насколько сильно влиял этот параметр на процесс инфицирования и течение заболевания. В зарубежной литературе для этого интервала используется понятие «lagged correlations» — отстающая корреляция или просто «lag» — отставание, запаздывание, задержка. Величина лага или запаздывания весьма разнообразна. В работе [7] величина лага равна 3 суткам, в работе [10] лаг равен 7 суткам и в [11] принят лаг от 6 до 14 суток.

На наш взгляд, в данном контексте логичнее использовать термин «опережение», а не «отставание», поскольку момент замера климатического параметра, момент действия климатического фактора предшествует моменту регистрации факта заболеваемости или смерти. В нашей статье мы будем использовать именно термин «опережение».

Наши исследования отличаются тем, что мы производили расчеты коэффициентов корреляции с шагом опережения в одни сутки, начиная с опережения, равного нулю (то есть дата замера параметра климатического фактора соответствовала дате регистрации факта заболевания или смерти), и заканчивая

<sup>1</sup> Статистика развития пандемии коронавируса COVID-19 в России [Электронный ресурс]. URL: <https://coronavirus-monitor.info/country/russia/> (дата обращения 18.05.2020).

<sup>2</sup> «Погода в 243 странах мира» [Электронный ресурс] URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения 18.05.2020).

<sup>3</sup> «Абсолютная влажность воздуха и относительная влажность воздуха» [Электронный ресурс]. URL: <https://planetcalc.ru/2167/> (дата обращения 18.05.2020).

таким промежутком времени, когда корреляция устойчиво приближалась к нулю. Фактически максимальное опережение достигало величины 90 суток.

Определение формы и степени зависимости заболеваемости и смертности населения от метеорологических параметров осуществлялось с помощью корреляционного анализа. Оценка значимости коэффициента корреляции производилась с использованием t-распределения Стьюдента.

Статистические исследования были проведены для первой волны пандемии в период с 1 апреля до 25 июня 2020 года, таким образом выборка включала 86 замеров заболеваемости и 77 замеров смертности, что сделало расчеты достаточно представительными. Ежедневные замеры метеорологических параметров включали период с 1 января по 25 июня 2020 года.

Корреляционный анализ был проведен для определения уравнений связи и коэффициентов корреляции между уровнями заболеваемости/смертности и следующими метеорологическими параметрами: температура атмосферного воздуха, его относительная и абсолютная влажность, атмосферное давление, скорость ветра и количество осадков. Все параметры были среднесуточными.

По каждой выборке были рассчитаны коэффициенты корреляции для каждого суток ( $R_1$ ), а затем получены корреляционные зависимости связи этих коэффициентов корреляции со временем ( $T$ , суток), предшествовавшим моменту обнаружения факта заболевания, определены ближний ( $X_1$ ) и дальний ( $X_2$ ) экстремумы функций. Рассчитана корреляционная характеристика  $R^2_2$  степени связи между  $R_1$  и временем, разделяющим момент замера метеорологического параметра с датой фиксации факта заболеваемости/смерти.

**Результаты и обсуждение.** Приведем примеры характерных графиков зависимостей между уровнем заболеваемости и атмосферным давлением с опережением в 24 и 41 сутки.

На рис. 1, 2 видно, сколь значительна может быть разница в условиях формирования процесса заболеваемости от одного и того же климатического фактора, имеющего те же самые параметры, но в другой комбинации в разные

отрезки времени. Посмотрите, как хаотически расположенные точки графика на рис. 1 упорядочились вдоль аппроксимирующей прямой на рис. 2. Подобные рисунки напрочь опровергают мысль о случайных совпадениях, приводящих к появлению коэффициента парной корреляции, равного 0,661, как в данном случае.

Результаты расчетов, представленные на рис. 3, — совершенно неожиданные, в первую очередь для авторов данной работы. Однако вспомним нашу заслуженную соотечественницу Елену Сергеевну Вентцель, на учебниках которой выросли многие большие ученые, и ее мудрую фразу: «Математические законы теории вероятностей — отражение реальных статистических законов, объективно существующих в массовых случайных явлениях природы. К изучению этих явлений теория вероятностей применяет математический метод и по своему методу является одним из разделов математики, столь же логически точным и строгим, как и другие математические науки».

Наибольшие коэффициенты корреляции (рис. 3) соответствуют зависимостям заболеваемости от скорости ветра и атмосферного давления. Значения коэффициентов корреляции зависимости заболеваемости от скорости ветра имеют максимум  $R_{1\max} = 0,634$  (опережение 4 суток),  $R_{1\min} = -0,455$  (опережение 30 суток). Аналогичные значения зависимости заболеваемости от атмосферного давления:  $R_{1\max} = 0,661$  (опережение 41 сутки),  $R_{1\min} = -0,529$  (опережение 8 суток). Обращает на себя внимание чрезвычайно четкая, плавная изменчивость формы зависимостей по времени опережения. Обе стохастические зависимости аппроксимируются уравнениями полинома третьей степени, при этом имея чрезвычайно высокую степень связи: для скорости ветра  $R^2_2 = 0,9698$ , для атмосферного давления  $R^2_2 = 0,9933$  (!). Остальные климатические параметры влияют на уровень заболеваемости в меньшей степени. При оценке степени влияния какого-либо фактора мы считаем важным не только, а может быть, и не столько определяющим значение коэффициента корреляции  $R_1$ , сколько значение  $R^2_2$ , которое характеризует плавность, закономерность, устойчивость изменения какого-либо признака по времени. Исходя из этих соображений,

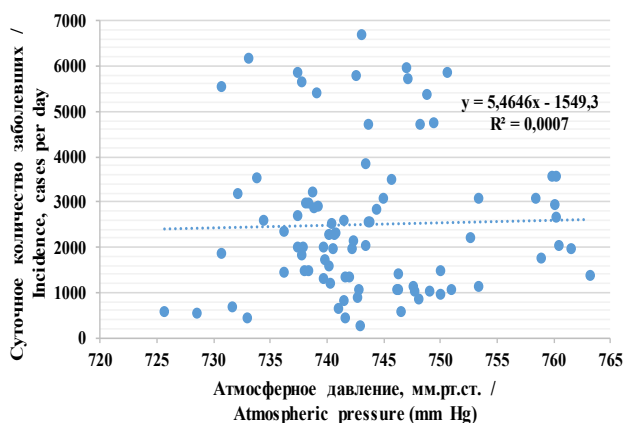


Рис. 1. Зависимость заболеваемости от атмосферного давления в Москве, опережение 24 сут.

Fig. 1. Correlation between atmospheric pressure and COVID-19 incidence in Moscow, a 24-day lag

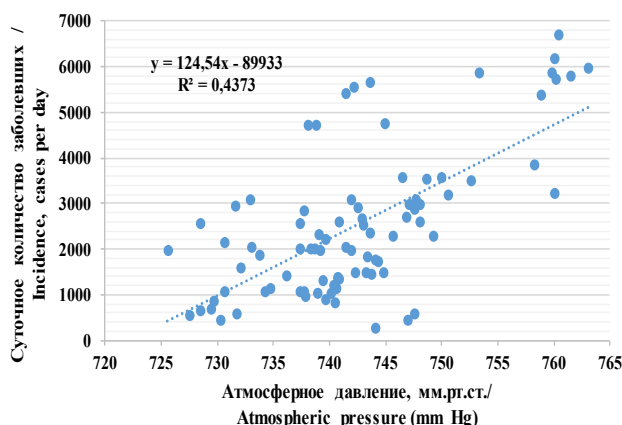


Рис. 2. Зависимость заболеваемости от атмосферного давления в Москве, опережение 41 сут.

Fig. 2. Correlation between atmospheric pressure and COVID-19 incidence in Moscow, a 41-day lag

степень влияния климатических факторов по мере уменьшения выглядит следующим образом:

1. атмосферное давление  $R_2^2 = 0,9933$ ;
2. скорость ветра  $R_2^2 = 0,9698$ ;
3. абсолютная влажность атмосферного воздуха  $R_2^2 = 0,9343$ ;
4. относительная влажность атмосферного воздуха  $R_2^2 = 0,9116$ ;
5. температура атмосферного воздуха  $R_2^2 = 0,7457$ ;
6. количество осадков  $R_2^2 = 0,7424$ .

Закономерности влияния атмосферных условий на смертность (рис. 4) в значительной степени соответствуют закономерностям заболеваемости (рис. 3) по целому ряду позиций. Наибольшие коэффициенты корреляции соответствуют зависимостям смертности от скорости ветра и атмосферного давления. Значения коэффициента корреляции смертности от скорости ветра имеют максимум  $R_{1\max} = 0,548$  (опережение 16 суток), минимум  $R_{1\min} = -0,4556$  (опережение 38 суток). Аналогичные значения зависимости смертности от атмосферного давления:  $R_{1\max} = 0,538$  (опережение 52 суток),  $R_{1\min} = -0,557$  (опережение 16 суток). Таким образом, уровень смертности зависит от метеоусловий приблизительно столь же тесно, как и уровень заболеваемости.

Исходя из величины  $R_2^2$ , укажем ранг степени влияния климатических факторов на уровень смертности по мере уменьшения:

1. атмосферное давление  $R_2^2 = 0,9685$ ;
2. скорость ветра  $R_2^2 = 0,9338$ ;
3. относительная влажность атмосферного воздуха  $R_2^2 = 0,9313$ ;

4. абсолютная влажность атмосферного воздуха  $R_2^2 = 0,8885$ ;

5. количество осадков  $R_2^2 = 0,7178$ ;

6. температура атмосферного воздуха  $R_2^2 = 0,6382$ .

Мы видим, что поменялись приоритетами относительная и абсолютная влажность воздуха, а также температура атмосферного воздуха и количество осадков.

Появление атмосферного давления и скорости ветра на первых ролях влияния климатических факторов находит свое подтверждение в целом ряде исследований зарубежных ученых.

Слабая отрицательная корреляция между заболеваемостью COVID-19 и атмосферным давлением наблюдалась по континентальному Китаю [12] и Сингапуру [13]. По территории Японии коэффициент корреляции между атмосферным давлением и заболеваемостью был равен  $-0,35$  [14]. Весьма высокая отрицательная корреляция была отмечена в провинции Ухань на март 2020 года  $R = -0,503$  [15]. В работе [16] по Индии коэффициенты корреляции между атмосферным давлением и уровнем заболеваемости находились в пределах от  $-0,58$  до  $-0,84$ , между атмосферным давлением и уровнем смертности были незначительно меньше, в пределах от  $-0,56$  до  $-0,80$ . Важно отметить, что атмосферное давление в данном случае было единственным стабильным показателем, поскольку соответствующие коэффициенты корреляции температуры воздуха колебались в разных штатах от  $-0,54$  до  $+0,80$ , а коэффициенты корреляции относительной влажности находились в пределах от  $-0,44$  до  $+0,62$ .

- ◆ Атмосферное давление, мм.рт.ст./ Atmospheric pressure (mm Hg)
- Относительная влажность, %/ Relative humidity, %
- ▲ Температура воздуха, °C/ Air temperature, °C
- × Абсолютная влажность, г/м³/ Absolute humidity, g/m³
- ✱ Скорость ветра, м/с/ Wind speed, m/s
- Количество осадков, мм/ Precipitation quantity, mm

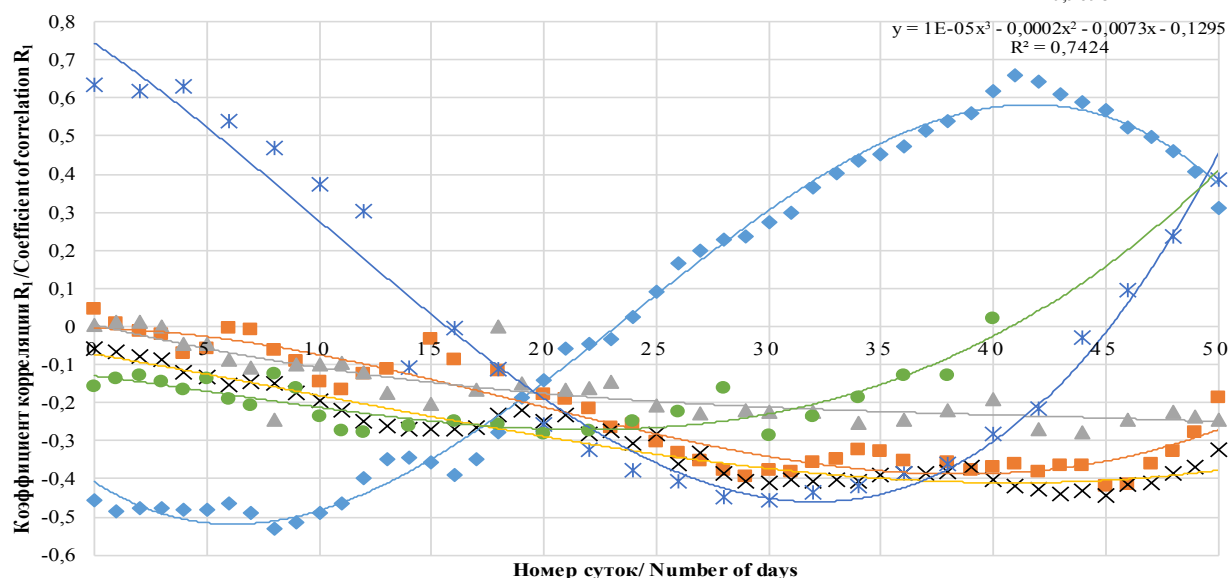


Рис. 3. Зависимость  $R_1$  (заболеваемость) от времени в Москве для климатических факторов: атмосферное давление (АД), относительная влажность (ОВ), температура воздуха (Т), абсолютная влажность воздуха (АВ), скорость ветра (СВ), количество осадков (КО)

Fig. 3. Time dependence of  $R_1$  (incidence) in Moscow for weather factors: atmospheric pressure (AP), relative humidity (RH), air temperature (AT), absolute humidity (AH), wind speed (WS), precipitation quantity (PQ)

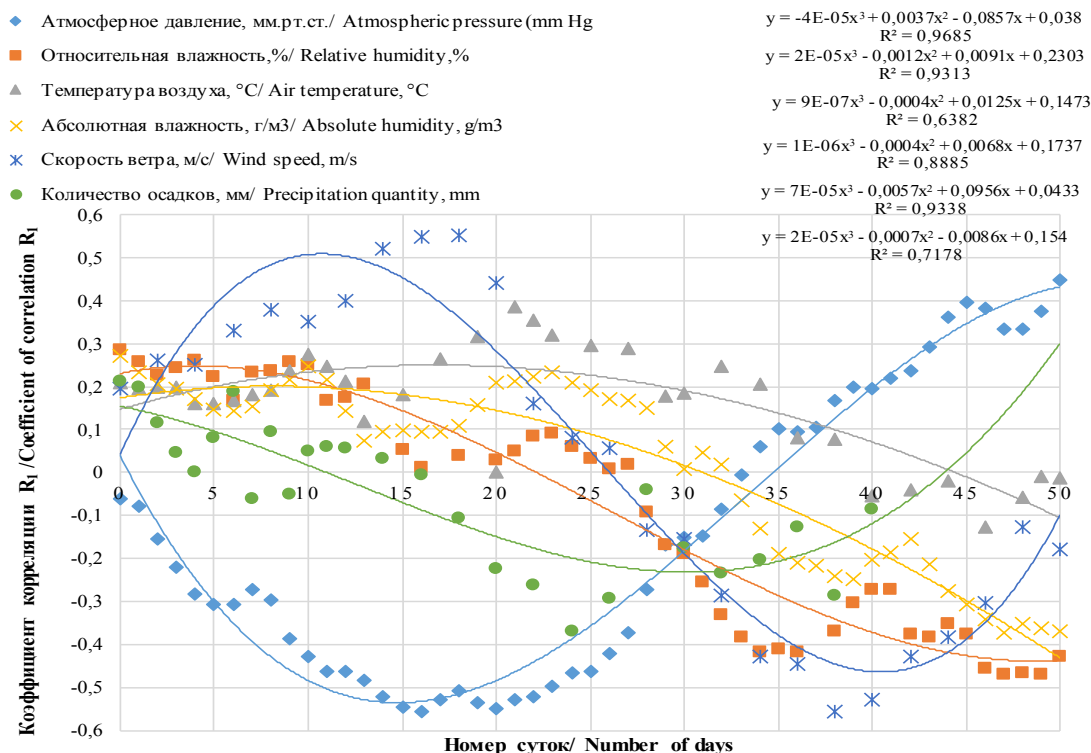


Рис. 4. Зависимость  $R_1$  (смертность) от времени в Москве для климатических факторов: атмосферное давление (АД), относительная влажность (ОВ), температура воздуха (Т), абсолютная влажность воздуха (АВ), скорость ветра (СВ), количество осадков (КО)

Fig. 4. Time dependence of  $R_1$ (mortality) in Moscow for climatic factors: atmospheric pressure, relative humidity, air temperature, absolute humidity, wind speed, precipitation quantity

Таким образом, с определенной осторожностью можно говорить о том, что атмосферное давление в подавляющем большинстве случаев находится в обратной зависимости с уровнем заболеваемости/смертности COVID-19.

Роль скорости ветра в формировании картины заболеваемости и смертности также находит свое отражение в работах зарубежных коллег. В целом ряде работ этот метеорологический фактор признается преобладающим или одним из преобладающих [15, 17–20]

Отметим соотношение коэффициентов корреляции климатических параметров с уровнями заболеваемости и смертности в работе Namrata Deyal и др. [16]. В Индии корреляция показала диапазон значений между уровнем заболеваемости и скоростью ветра в пределах от +0,20 до +0,73, между уровнем смертности и скоростью ветра — от +0,04 до +0,72. Коэффициенты корреляции между атмосферным давлением и уровнем заболеваемости находились в пределах от –0,58 до –0,84, а между атмосферным давлением и уровнем смертности были незначительно меньше, в пределах от –0,56 до –0,80 [16]. Эти результаты весьма схожи с полученными нами по г. Москве (рис. 3, 4).

Продолжая тему аналогии наших результатов и зарубежного опыта, обращаем внимание на статью Tomás R. Bolaño-Ortiz et al. (National Technological University, Mendoza, Argentina), в которой отмечается, что в Буэнос-Айресе скорость ветра имела более высокую отрицательную корреляцию с лагом в 2 дня [21]. Эти результаты перекликаются с нашими результатами по Москве (рис. 3), где отмечена

очень высокая корреляция заболеваемости в первые дни опережения, абсолютные значения по скорости ветра  $R^2 > 0,6$ , по атмосферному давлению  $R^2 < -0,45$ .

Для иллюстрации наших дальнейших рассуждений приведем по некоторым метеорологическим факторам совместные графики временной динамики заболеваемости и смертности.

На рис. 5 видно, что экстремумы кривой смертности опережают по времени экстремумы заболеваемости. Рассчитаем положение экстремумов на оси времени и определим разницу между ними.

$X_{3min} = 1,96$  суток,  $X_{Cmin} = 14,79$  суток,  
 $\Delta X_{min} = 12,83$  суток;  
 $X_{3max} = 42,48$  суток,  $X_{Cmax} = 52,78$  суток,  
 $\Delta X_{max} = 10,30$  суток,

где  $X_{3min}$  — минимум заболеваемости;  $X_{Cmin}$  — минимум смертности;  $\Delta X_{min}$  — разность минимумов заболеваемости и смертности;  $X_{3max}$  — максимум заболеваемости;  $X_{Cmax}$  — максимум смертности;  $\Delta X_{max}$  — разность максимумов.

Как видно из рис. 6, кривая заболеваемости в области графика имеет только минимум, поэтому определим разность минимумов для зависимости уровней заболеваемости и смертности от относительной влажности,  $\Delta X_{min} = 22,13$  суток.

Приведем похожие графики для зависимости заболеваемости и смертности от скорости ветра (рис. 7) и количества осадков (рис. 8).

На основании результатов расчетов экстремумов функций (рис. 7, 8) приведем величины разницы минимумов. Для скорости ветра  $\Delta X_{min} = 9,24$  суток; для количества осадков  $\Delta X_{min} = 8,63$  суток.

Таким образом, во всех случаях наблюдения экстремумы функции смертности наступают раньше экстремумов функции заболеваемости, что вполне логично: время между фактом заболевания и смертью человека больше времени до обнаружения факта заболевания. Эмпирически эта разница во времени по нашим расчетам находится в пределах от 8,63 до 22,13 суток, в среднем она равна 12,63 суток.

Сравним наши расчеты с фактическими данными о величине промежутка времени между обнаружением факта заболевания (факт госпитализации) и смертью пациента в разных странах мира. Приведем только три примера. В китайской провинции Ухань срок от госпитализации до смерти составил 2–3 недели [22]. В Ломбардии – на севере Италии, где проживает одна шестая часть населения страны, средняя продолжительность пребывания пациентов в реанимации составила 12 дней (от 6 до 21) [23]. В больнице Университета Рамона и Каджала (Мадрид) в общей сложности 124 пациента умерли в период до 19 апреля 2020 года, при этом смерть наступила в среднем через 16 (от 9 до 23) дней после появления симптомов и 13 (от 8 до 19) дней после госпитализации [24]. Таким образом, наши расчеты вполне подтверждаются данными зарубежных медиков.

Для подтверждения корректности наших выкладок проведем еще один расчет. Определим сроки максимальной заболеваемости и максимальной смертности во время первой волны пандемии в Москве (рис. 9, 10), считая ее началом 1 апреля 2020 года.

Разница между максимумами заболеваемости и смертности  $\Delta X_{\max} = 19,99$  суток, что вполне укладывается в пределы, обозначенные зарубежным опытом, и нашими результатами.

На наш взгляд, наиболее интересным и неожиданным результатом является то, что наши эмпирические зависимости заболеваемости и смертности от климатических факторов и зоны наибольшего влияния на конечные результаты процессов на расстоянии до 50 и более суток от начала координат. Это непривычно и трудно-объяснимо. Обычно исследования проводятся в период времени, незначительно превышающий величину инкубационного периода, как правило, это не более 10 суток. Тем не менее, если эти результаты повторяются от выборки к выборке, а коэффициенты корреляции выходят на уровень 0,5–0,7, то от подобных результатов отмахнуться невозможно. Они требуют профессионального толкования иммунологов, инфекционистов и других специалистов соответствующего профиля.

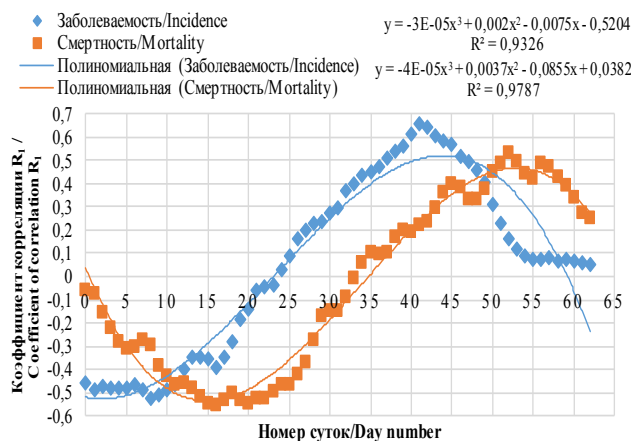


Рис. 5. Зависимость  $R_1$  от времени в Москве (атмосферное давление)

Fig. 5. Time dependence of  $R_1$  in Moscow (atmospheric pressure)

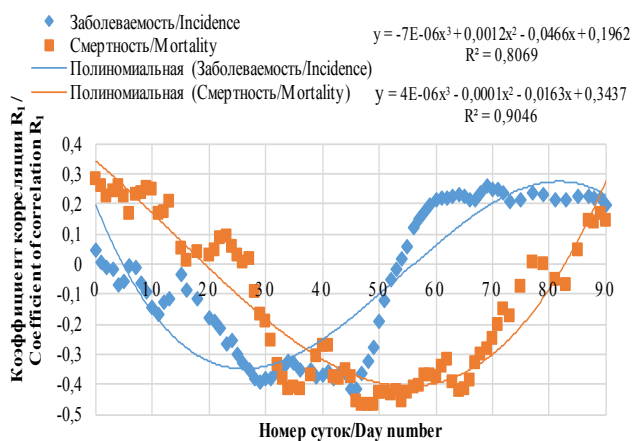


Рис. 6. Зависимость  $R_1$  от времени в Москве (относительная влажность)

Fig. 6. Time dependence of  $R_1$  in Moscow (relative humidity)

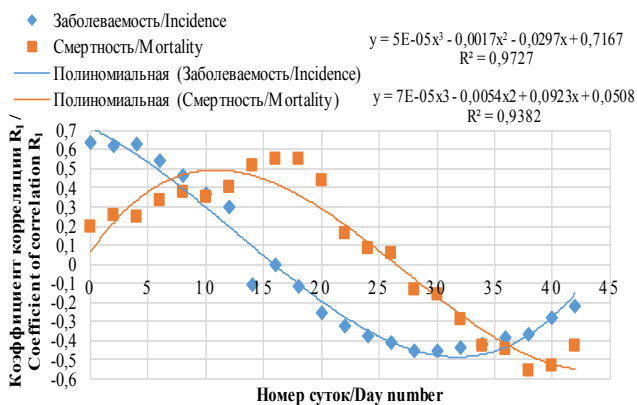


Рис. 7. Зависимость  $R_1$  от времени в Москве (скорость ветра)

Fig. 7. Time dependence of  $R_1$  in Moscow (wind speed)

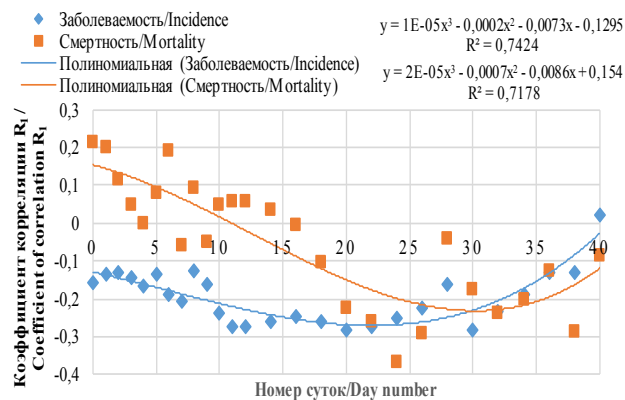


Рис. 8. Зависимость  $R_1$  от времени в Москве (количество осадков)

Fig. 8. Time dependence of  $R_1$  in Moscow (precipitation quantity)

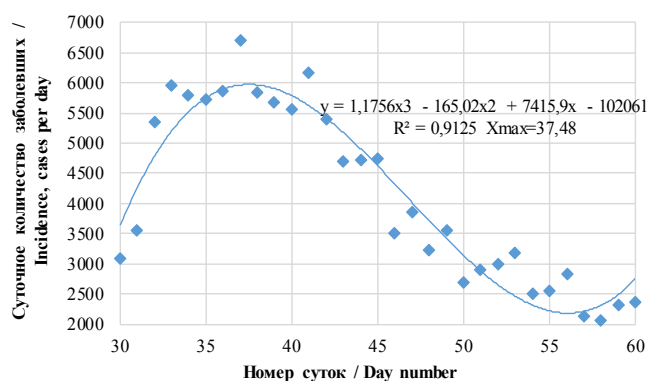


Рис. 9. Зависимость заболеваемости от времени в Москве  
Fig. 9. Time dependence of incidence in Moscow

Необходимо указать, что подобные результаты авторами были получены и по некоторым другим странам и регионам.

Не вдаваясь в профессиональную трактовку полученных результатов, приведем несколько фрагментов информации, которая говорит о длительности периода воздействия на конечные результаты инфекционных заболеваний, значительно превышающего сроки инкубационного периода.

Nicole Y. Leung и др. (Stanford University School of Medicine, University of Washington International Clinical Research Center, USA) изучили случаи заболеваемости и смерти от COVID-19, зарегистрированные до 2 мая 2020 года в 205 странах и территориях, и доказали, что «температура за 5–7 недель до первого зарегистрированного случая лучше всего предсказала эпидемический рост, что свидетельствует о том, что значительная передача инфекции происходила в среднем за 1–2 месяца до обнаружения» [25]. На конгрессе Всемирной организации здравоохранения (WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 COVID-19), который состоялся 16–24 февраля 2020 года, было отмечено, что среди пациентов, которые умерли, время от появления симптомов до исхода колеблется в пределах 2–8 недель [26].

Наконец, сошлемся на работу, посвященную сезонности заболевания гриппом, поскольку очень много работ посвящено изучению аналогий проявления COVID-19 и других вирусных инфекций. Jeffrey Shaman и др., Virginia E Pitzer, Cécile Viboud et al. (Oregon State University, Oregon, USA) утверждают, что наступление повышенной смертности от гриппа в зимний период в Соединенных Штатах связано с аномально низкими абсолютными уровнями влажности в течение предыдущих недель [27].

#### Заключение

Проведенные расчеты позволили получить новые научные знания о влиянии климата на динамику пандемии COVID-19 и сделать следующие выводы.

Климатические факторы на территории г. Москвы оказывают влияние на уровень заболеваемости и смертности в связи с COVID-19.

Степень влияния климатических факторов на заболеваемость незначительно выше степени влияния этих факторов на уровень смертности.

Наибольшее влияние на уровень заболеваемости оказывают атмосферное давление и скорость ветра.

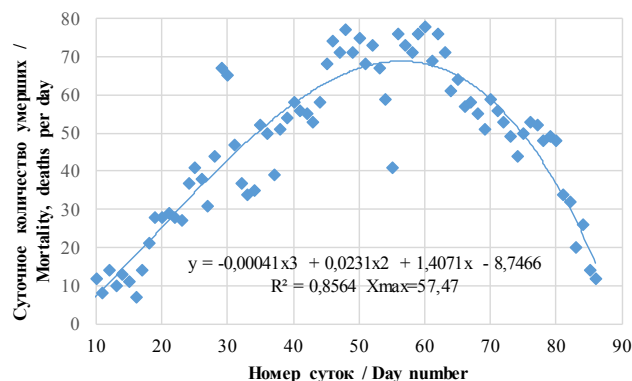


Рис. 10. Зависимость смертности от времени в Москве  
Fig. 10. Time dependence of mortality in Moscow

На третьем месте по степени влияния на заболеваемость и смертность находятся относительная и абсолютная влажность атмосферного воздуха.

Наименьшее влияние на заболеваемость и смертность жителей г. Москвы в связи с пандемией COVID-19 оказывают температура атмосферного воздуха и количество осадков.

Климатические факторы начинают оказывать влияние на уровень заболеваемости и смертности населения города Москвы за 6–8 недель до появления первых симптомов.

Наиболее вероятный период времени между регистрацией момента заболеваемости и смерти пациентов, заболевших COVID-19, по нашим расчетам, находится в пределах от 8,63 до 22,13 суток, в среднем 12,63 суток.

Полученные новые данные подтверждают высокую степень влияния климатических факторов на динамику заболеваемости и смертности населения на территории г. Москвы, позволяя определить степень влияния метеорологических условий на конечные результаты пандемии COVID-19 в разные периоды времени, позволяют делать прогнозы относительно времени наступления периодов наиболее опасной эпидемиологической обстановки, что дает возможность оперативно принять соответствующие меры профилактического характера.

**Информация о вкладе авторов:** Кривошеев В.В. — разработка дизайна исследования, написание текста рукописи; Столяров А.И. — получение данных для анализа, написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### References

1. Gupta A, Banerjee S, Das S. Significance of geographical factors to the COVID-19 outbreak in India. *Model Earth Syst Environ.* 2020; 6:2645–2653. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00838-2>
2. Adhikari A, Yin J. Short-term effects of ambient ozone, PM<sub>2.5</sub>, and meteorological factors on COVID-19 confirmed cases and deaths in Queens, New York. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(11):4047. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17114047>
3. Malki Z, Atlam E-S, Hassanien AE, et al. Association between weather data and COVID-19 pandemic predicting mortality rate: Machine learning approaches. *Chaos Solitons Fractals.* 2020; 138:110137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110137>

4. Jamil T, Alam I, Gojobori T, *et al.* No evidence for temperature-dependence of the COVID-19 epidemic. *Front Public Health.* 2020; 8:436. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00436>
5. Yao Y, Pan J, Liu Z, *et al.* No association of COVID-19 transmission with temperature or UV radiation in Chinese cities. *Eur Respir J.* 2020; 55(5):2000517. DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.00517-2020>
6. Livadiotis G. Statistical analysis of the impact of environmental temperature on the exponential growth rate of cases infected by COVID-19. *PLoS One.* 2020; 15(5):e0233875. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233875>
7. Chien L-C, Chen L-W. Meteorological impacts on the incidence of COVID-19 in the U.S. *Stoch Environ Res Risk Assess.* 2020; 34:1675–1680. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00477-020-01835-8>
8. Pramanik M, Udmale P, Bisht P, *et al.* Climatic factors influence the spread of COVID-19 in Russia. *Int J Environ Health Res.* 2020; 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1080/09603123.2020.1793921>
9. Lasisi TT, Eluwole KK. Is the weather-induced COVID-19 spread hypothesis a myth or reality? Evidence from the Russian Federation. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021; 28(4):4840–4844. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10808-x>
10. Runkle JD, Sugg MM, Leeper RD, *et al.* Short-term effects of specific humidity and temperature on COVID-19 morbidity in select US cities. *Sci Total Environ.* 2020; 740:140093. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140093>
11. Merow C, Urban MC. Seasonality and uncertainty in global COVID-19 growth rates. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2020; 117(44):27456–27464. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2008590117>
12. Cai QC, Lu J, Xu QF, *et al.* Influence of meteorological factors and air pollution on the outbreak of severe acute respiratory syndrome. *Public Health.* 2007; 121(4):258–265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2006.09.023>
13. Pani SK, Lin NH, RavindraBabu S, *et al.* Association of COVID-19 pandemic with meteorological parameters over Singapore. *Sci Total Environ.* 2020; 740:140112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140112>
14. Takagi H, Kuno T, Yokoyama Y, *et al.* Higher temperature, pressure, and ultraviolet are associated with less COVID-19 prevalence: Meta-regression of Japanese Prefectural data. *Asia Pac J Public Health.* 2020; 32(8):520–522. DOI: <https://doi.org/10.1177/1010539520947875>
15. Ma Z, Meng X, Li X, *et al.* Atmospheric factors and the incidence of novel coronavirus pneumonia. [Preprint] 2020. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-27190/v1> Accessed: 2 March 2021.
16. Deyal N, Tiwari V, Bisht NS. Impact of climatic parameters on COVID-19 pandemic in India: analysis and prediction. [Preprint] medRxiv 2020.07.25.20161919. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.07.25.20161919> Accessed: 2 March 2021.
17. Rasul A, Heiko B. Relationship between monthly climatic variables and worldwide confirmed COVID-19 cases (June 13, 2020). DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3626108>
18. Chen B, Liang H, Yuan X, *et al.* Roles of meteorological conditions in COVID-19 transmission on a worldwide scale. [Preprint] medRxiv 2020.03.16.20037168. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.03.16.20037168>
19. Hasan NA, Siddik MS. Possible role of meteorological variables in COVID-19 spread: A case study from a subtropical monsoon country, Bangladesh. *Preprints* 2020, 2020060347. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202006.0347.v1>
20. Hossain S, Ahmed S, Uddin J. Impact of weather on COVID-19 transmission in south Asian countries: An application of the ARIMAX model. *Sci Total Environ.* 2020; 761:143315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143315>
21. Bolaño-Ortiz TR, Pascual-Flores RM, Puliafito SE, *et al.* Spread of COVID-19, meteorological conditions and air quality in the city of Buenos Aires, Argentina: Two facets observed during its pandemic lockdown. *Atmosphere.* 2020; 11(10), 1045. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos11101045>
22. Wang D, Yin Y, Hu C, *et al.* Clinical course and outcome of 107 patients infected with the novel coronavirus, SARS-CoV-2, discharged from two hospitals in Wuhan, China. *Crit Care.* 2020; 24(1):188. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02895-6>
23. Grasselli G, Greco M, Zanella A, *et al.* Risk factors associated with mortality among patients with COVID-19 in intensive care units in Lombardy, Italy. *JAMA Intern Med.* 2020; 180(10):1345–1355. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.3539>
24. Monreal E, Sainz de la Maza S, Fernández-Velasco JI, *et al.* The impact of immunosuppression and autoimmune disease on severe outcomes in patients hospitalized with COVID-19. *J Clin Immunol.* 2020; 41(2):315–323. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10875-020-00927-y>
25. Leung NY, Bulterys MA, Bulterys PL. Predictors of COVID-19 incidence, mortality, and epidemic growth rate at the country level. [Preprint] medRxiv 2020.05.15.20101097. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.05.15.20101097>
26. Report of the WHO–China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). 16–24 February 2020. Available at: <https://who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>. Accessed: 17 March 2021.
27. Shaman J, Pitzer VE, Viboud C, *et al.* Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States. *PLoS Biol.* 2010; 8(2):e1000316. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000316>

© Батчаев Х.Х., Пилипенко Т.Д., Середина Л.Г., Петрюк Т.А., 2021

УДК 616.935-022.7

## Особенности заболеваемости шигеллезом на территории Карачаево-Черкесской Республики в 2005–2019 годах

Х.Х. Батчаев, Т.Д. Пилипенко, Л.Г. Середина, Т.А. Петрюк

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Карачаево-Черкесской Республике»,  
пр. Ленина, д. 136, г. Черкесск, 369000, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* В Карачаево-Черкесской Республике (КЧР) дизентерия и сальмонеллез занимают в этиологической структуре кишечных инфекций основное место, что обуславливает интерес к исследованию показателей заболеваемости шигеллезом в республике. *Цель работы.* Проведение анализа заболеваемости бактериальной дизентерией, изучение микробного пейзажа шигелл на территории КЧР за 2005–2019 гг. и сравнение полученных данных с аналогичными показателями в регионах Российской Федерации. *Материалы и методы.* Для настоящего исследования использовались материалы ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в КЧР» по заболеваемости и высеваемости шигеллезных культур от людей на территории Карачаево-Черкесии в 2005–2019 годах и результаты аналогичных исследований в других регионах Российской Федерации, полученные из открытых источников. *Результаты.* При анализе кривых заболеваемости дизентерией установлено, что эти кривые в Российской Федерации в целом и в КЧР не синхронны. В КЧР кривая представлена двумя подъемами – в 2005–2006 гг. и в 2011–2014 гг., а в Российской Федерации, напротив, наблюдалось постепенное снижение уровней заболеваемости. В КЧР за период наблюдения только в 2018–2019 годах заболеваемость была ниже в 1,8–1,3 раза, чем в целом по стране. Выявлено, что в отличие от Российской Федерации, в структуре шигеллезов в КЧР основное значение имеют шигеллы Зонне, представленный биохимическим вариантом IIg. При сравнительном анализе частоты регистрации случаев дизентерии Зонне и уровня выявления нестандартных проб молочной продукции установлено, что не всегда отмечается корреляция по годам этих двух показателей. Молекулярно-генетическое типирование штаммов шигелл Зонне (метод PFGE) позволило сделать предположение о завозном характере возбудителя. Занос мог произойти в период хаджа в Мекку и Медину жителей КЧР в 2012 году. *Выводы.* Определено, что на территории республики циркулируют штаммы шигелл Зонне, различающиеся по наличию детерминант резистентности к тетрациклину и хлорамфениколу (левомецетину). За анализируемые годы в КЧР не были изолированы возбудители бактериальной дизентерии, устойчивые к ципрофлоксацину.

**Ключевые слова:** заболеваемость, шигеллы, шигелла Зонне, микробный пейзаж, Карачаево-Черкесская Республика.

**Для цитирования:** Батчаев Х.Х., Пилипенко Т.Д., Середина Л.Г., Петрюк Т.А. Особенности заболеваемости шигеллезом на территории Карачаево-Черкесской Республики в 2005–2019 годах // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 78–84. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-78-84>

### Информация об авторах:

**Батчаев** Хусейн Хызырович – главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Карачаево-Черкесской Республике»; e-mail: [fguz@09.rosпотребнадзор.ru](mailto:fguz@09.rosпотребнадзор.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7543-4389>.

✉ **Пилипенко** Татьяна Дмитриевна – врач-бактериолог, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Карачаево-Черкесской Республике»; e-mail: [m.i.pilipenko@yandex.ru](mailto:m.i.pilipenko@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7224-4501>.

**Середина** Людмила Гуриевна – биолог, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Карачаево-Черкесской Республике»; e-mail: [fguz@09.rosпотребнадзор.ru](mailto:fguz@09.rosпотребнадзор.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3613-4919>.

**Петрюк** Татьяна Александровна – заведующая микробиологической лабораторией, врач-бактериолог, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Карачаево-Черкесской Республике»; e-mail: [fguz@09.rosпотребнадзор.ru](mailto:fguz@09.rosпотребнадзор.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5286-9504>.

## Features of the Incidence of Shigellosis in the Karachay-Cherkess Republic in 2005–2019

Kh.Kh. Batchaev, T.D. Pilipenko, L.G. Sereda, T.A. Petryuk

Center for Hygiene and Epidemiology in the Karachay-Cherkess Republic,  
136 Lenin Ave., Cherkessk, Karachay-Cherkess Republic, 369000, Russian Federation

**Summary.** *Introduction:* In the Karachay-Cherkess Republic (KCR), dysentery and salmonellosis rank high in the etiological structure of intestinal infections and arose interest in studying the incidence of shigellosis in the republic. Our objective was to analyze the incidence of bacillary dysentery, to study Shigella landscape in the territory of the KCR in 2005–2019, and to compare the findings with similar variables in other regions of the Russian Federation. *Materials and methods:* We analyzed data of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Karachay-Cherkess Republic on the incidence of shigellosis and Shigella isolates obtained from human stool samples in the KCR in 2005–2019 and compared them with available results of similar studies conducted in other parts of the country. *Results:* When analyzing the curves of the incidence of dysentery in the KCR and the Russian Federation, we found that they were asynchronous. In the KCR, the curve rose twice (in 2005–2006 and 2011–2014), while in the Russian Federation, the incidence rates demonstrated a gradual decrease. Over the whole observation period, only in 2018–2019 the incidence of shigellosis in Karachay-Cherkessia was 1.3–1.8 times lower than in the country as a whole. We also established that, in contrast to the Russian Federation, Shigella sonnei represented by the biochemical variant IIg prevailed in the structure of shigellosis in the republic. The analysis of the relationship between the number of detected samples of dairy products of poor microbial quality and the incidence rate of Sonne dysentery showed that those two variables did not always correlate. Molecular genotyping of Shigella sonnei strains by pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) allowed us to assume the imported nature of the pathogen. The import could have occurred during the Hajj to Mecca and Medina of KCR residents in 2012. *Conclusion:* Shigella sonnei strains differing in the presence of tetracycline and chloramphenicol (levomycetin) resistance determinants are circulating in Karachay-Cherkessia. No bacteria resistant to ciprofloxacin were isolated in the republic in 2005–2019.

**Keywords:** incidence, Shigella, Shigella sonnei, microbial landscape, Karachay-Cherkess Republic.

**For citation:** Batchaev KhKh, Pilipenko TD, Sereda LG, Petryuk TA. Features of the incidence of shigellosis in the Karachay-Cherkess Republic in 2005–2019. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):78–84. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-78-84>

### Author information:

Khusey Kh. **Batchaev**, Head Doctor, Center for Hygiene and Epidemiology in the Karachay-Cherkess Republic; e-mail: [fguz@09.rosпотребнадзор.ru](mailto:fguz@09.rosпотребнадзор.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7543-4389>.

✉ **Tatyana D. Pilipenko**, bacteriologist, Center for Hygiene and Epidemiology in the Karachay-Cherkess Republic; e-mail: [m.i.pilipenko@yandex.ru](mailto:m.i.pilipenko@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7224-4501>.

**Lyudmila G. Sereda**, biologist, Center for Hygiene and Epidemiology in the Karachay-Cherkess Republic; e-mail: [fguz@09.rosпотребнадзор.ru](mailto:fguz@09.rosпотребнадзор.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3613-4919>.

**Tatyana A. Petryuk**, bacteriologist, Head of the Microbiology Laboratory, Center for Hygiene and Epidemiology in the Karachay-Cherkess Republic; e-mail: [fguz@09.rosпотребнадзор.ru](mailto:fguz@09.rosпотребнадзор.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5286-9504>.

**Введение.** По данным Всемирной организации здравоохранения, шигеллезы относятся к числу инфекционных болезней, распространенных во всех странах мира. К шигеллам чувствительны люди всех наций и возрастов. Самый высокий уровень заболеваемости отмечается в Азии, Африке и Латинской Америке, в странах с низкой социальной культурой и высокой плотностью населения. В настоящее время существует три крупных очага инфекции: Центральная Америка, Юго-Восточная Азия и Центральная Африка. Из этих регионов различные формы шигеллезов завозятся в другие страны [1].

Многолетний мониторинг заболеваемости острыми кишечными инфекциями (ОКИ) на территории Карачаево-Черкесской Республики (КЧР) позволил установить, что показатели заболеваемости бактериальной дизентерией (шигеллезом) на 100 тыс. населения превышали аналогичные показатели заболеваемости сальмонеллезными инфекциями в 22,0 раза (2006 год); в 1,4 раза (2018 год) и в 1,6 раза (2019 год).

В других регионах Российской Федерации данные значительно отличаются от полученных нами. Так, в Санкт-Петербурге, в 2009–2016 гг. преобладал сальмонеллез, на втором месте — ОКИ, вызванные патогенными эшерихиями, и лишь на третьем месте — дизентерия [2]. На отдельных территориях Подмосковья (г. Подольск, г. Мытищи) в период с 2002 по 2016 г. доминирует сальмонеллез, а шигеллез находится на втором месте [3]. В Соединенных Штатах Америки шигеллез относится к болезням пищевого происхождения. В 2006–2013 гг. в США в этой группе инфекций на первом месте находилась заболеваемость сальмонеллезом, на втором — кампилобактериозом, на третьем — шигеллезом<sup>1</sup>.

В США заболеваемость шигеллезами была выше, чем в странах Евросоюза, но ниже, чем в Российской Федерации. В 2011 г. этот показатель в США составил 3,24 случая на 100 тыс. населения, а в 2009 и 2010 гг. — 3,96 и 3,80 случая на 100 тыс. населения соответственно. В Европе уровень заболеваемости дизентерией на протяжении пяти лет (с 2006 по 2010 г.) практически не менялся. В 2010 г. средневропейский показатель заболеваний, возбудителями которых были бактерии *Shigella*, составлял 1,63 случая на 100 тыс. населения, при этом самая высокая заболеваемость шигеллезом регистрировалась в Болгарии, Словакии и Швеции — 7,88; 6,82 и 5,96 случая на 100 тыс. населения соответственно [4]. В Европе заболеваемость шигеллезом в указанные годы была ниже, чем в Российской Федерации, в 3,1–3,5 раза.

**Цель работы** — проведение анализа заболеваемости бактериальной дизентерией и микробного пейзажа шигелл на территории КЧР за 15 лет

в сравнении с аналогичными показателями в регионах Российской Федерации.

**Материалы и методы.** Для настоящего исследования использовались статистические данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Карачаево-Черкесской Республике» по показателям заболеваемости и результатам высеваемости шигеллезных культур от людей на территории республики в 2005–2019 гг., результаты исследований, проведенных микробиологическими лабораториями по определению чувствительности возбудителей дизентерии к антибактериальным препаратам и дизентерийному бактериофагу.

**Результаты и обсуждение.** Анализ заболеваемости дизентерией в КЧР в 2005–2019 гг. по сравнению со среднероссийской выявили ряд особенностей в ее динамике. В Российской Федерации отмечается стабильное снижение заболеваемости шигеллезом с 42,7 в 2005 г. до 4,6 на 100 тысяч населения в 2019 г.<sup>2</sup>

В КЧР в 2005 г. и 2006 г. уровень заболеваемости превышал показатель по Российской Федерации в 2,3 и 3,6 раза соответственно. Затем этот показатель постепенно снижался до уровня среднероссийского в 2010 г. В 2011–2014 гг. в КЧР отмечался подъем заболеваемости дизентерией, вызванной *Shigella sonnei*, и в 2014 г. показатель заболеваемости на 100 тысяч населения превышал среднероссийский в 8,2 раза (рис. 1).

Общий фактор передачи инфекции не был выявлен, несмотря на проведенные исследования пищевых продуктов, воды, смывов с объектов окружающей среды.

С 2015 г. в КЧР наблюдается тенденция к снижению заболеваемости бактериальной дизентерией, а в 2018 и 2019 гг. впервые за 15 анализируемых лет заболеваемость в республике была ниже в 1,8 и 1,3 раза соответственно, чем в целом по Российской Федерации<sup>3</sup>.

Шигеллезам более, чем другим кишечным инфекциям, присущ так называемый «феномен айсберга». Под этим феноменом понимают соотношение клинически выраженных и бессимптомных форм болезни. Удалось установить, что при дизентерии доля выявляемых больных (видимая часть «айсберга») в расчете на все население в среднем составляет около 20 %. Наиболее этот феномен выражен при дизентерии Зонне. «Феномен айсберга» при шигеллезах характеризуется соотношением 1/12,5, что определяет исключительно важную роль источников возбудителей дизентерийной инфекции, формирующихся среди взрослого населения. Этим объясняется тот факт, что при подъеме заболеваемости дизентерией в республике заболеваемость продолжала регистрироваться на протяжении 3–4 месяцев, так как для «феномена айсберга» характерно

<sup>1</sup> Incidence and Trends of Infection with Pathogens Transmitted Commonly Through Food - Foodborne Diseases Active Surveillance. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). Network, 10 U.S. Sites, 2006–2013, April 18, 2014. 63 (15):328–332. Доступно по: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6315a3.htm>. Ссылка активна на: 05.03.2019 г.

<sup>2</sup> Государственные доклады: О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации в 2006 году, в 2008 году, в 2010 году, в 2012 году, в 2016 году, в 2017 году. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007. С. 246; 2009. С. 139, 312; 2011. С. 131, 322; 2013. С. 86; 2017. С. 105–106, 2018. С. 125. Доступно по: [http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=10145](http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145). Ссылка активна на: 19.11.2019 г.

<sup>3</sup> Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях в Российской Федерации (форма 1) за 2005–2019 гг. Доступно по: [http://fcgie.ru/aktualnaya\\_informatsiya.html](http://fcgie.ru/aktualnaya_informatsiya.html). Ссылка активна на: 03.02.2020 г.

формирование среди населения «контактно-бытового хвоста» [5].

В 2012–2014 гг. при пиках заболеваемости дизентерией Зонне штаммы выделенного возбудителя направлялись в референс-центр по мониторингу за острыми кишечными инфекциями ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора (г. Москва). Субтипирование проводилось методом анализа наборов продуктов рестрикции тотальной ДНК в пульсирующем электрическом поле по профилям PFGE-XbaI и PFGE-BlnI.

По результатам субтипирования в 2012 г. исследуемые изоляты можно было разделить на 2 кластера со сходством 87,6 %. Внутри каждого кластера выделено по 3 генотипа с высоким уровнем гомологии (94–98 %), то есть всего 6 генотипов. Примечательно, что, по данным референс-центра по мониторингу за острыми кишечными инфекциями, на территории Российской Федерации изолятов с аналогичными комбинациями PFGE-XbaI- и PFGE-BlnI-профилей не выявлялось.

К сожалению, установить зарубежные территории, откуда могли быть занесены возбудители, не представилось возможным, но необходимо отметить, что время хаджа в Мекку и Медину в 2012 г. после ураза пришлось на конец октября и практически предшествовало началу подъема заболеваемости.

Субтипирование в референс центре изолятов, выделенных в 2013–2014 годах, показало, что все культуры имели сходный генотип: по PFGE-XbaI-профилю – J16X01.0001, по PFGE-BlnI-профилю – J16A26.0011. Генотипов с другими комбинациями PFGE-XbaI и PFGE-BlnI-профилей не выявлялось, т. е. вспышки 2013–2014 гг. в КЧР были обусловлены одним «зарубежным» генотипом шигелл Зонне. В КЧР за рассматриваемый период выделялись только два вида шигелл: *Shigella sonnei* и *S. flexneri*.

Все 15 лет лидируют шигеллы Зонне, а в 2017 году заболевания, вызванные шигеллами Флекснера, вообще не регистрировались (рис. 2). Данные по республике не совпадают с микробным пейзажем в Ростовской области, где в 2006–2015 гг. в структуре шигеллезов приоритетными были шигеллы Флекснера – от 50,2 % до 95,6 % [6]. При сравнении данных за пять лет (2012–2016 гг.) выявлено, что в Республике Дагестан (РД) и КЧР заболеваемость дизентерией имела отличительные особенности. В РД шигеллез Флекснера в 7,1–32,0 раза в анализируемый период превышал заболеваемость этой нозологической формой в КЧР. В 2012–2014 гг. заболеваемость дизентерией Зонне в КЧР была в 2,3–8,8 раза выше, чем в РД, а в 2015–2016 гг. заболеваемость шигеллезом превалировала в РД в 4,1–2,4 раза [7].

В Российской Федерации за анализируемый период заболеваемость дизентерией в основном

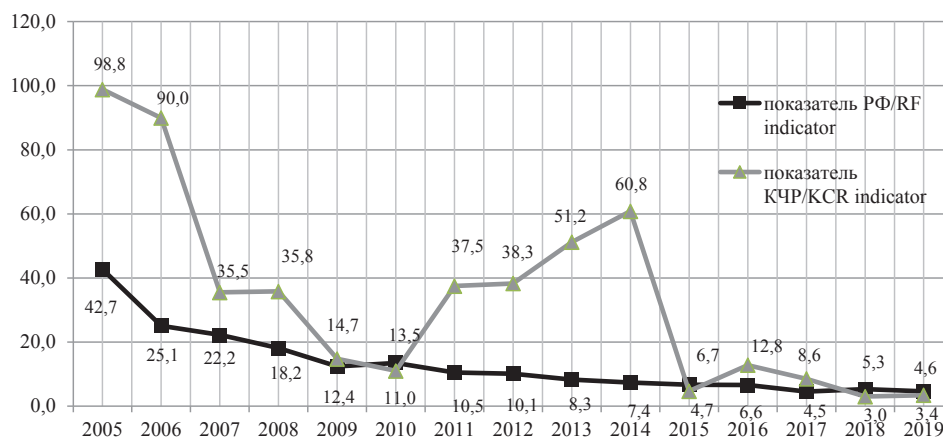


Рис. 1. Заболеваемость бактериальной дизентерией (на 100 тыс. населения)  
Fig. 1. Incidence of bacterial dysentery (per 100 thousand population)

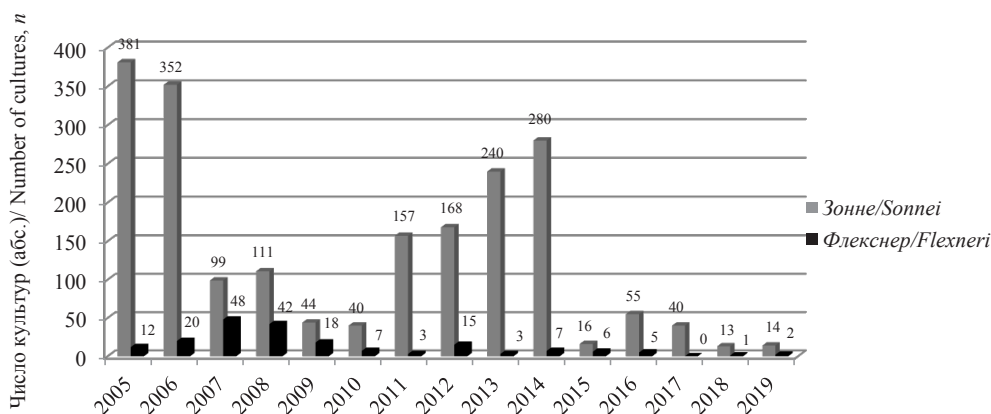


Рис. 2. Соотношение идентифицированных культур шигелл в Карачаево-Черкесской Республике  
Fig. 2. The ratio of identified Shigella cultures in the Karachay-Cherkess Republic

обуславливалась распространением *Shigella flexneri* или отмечался равный вклад *Shigella sonnei* и *S. flexneri*. Только в 2007, 2008 и 2013 гг. преобладала дизентерия Зонне<sup>4</sup>.

В отличие от данных по Российской Федерации на территории КЧР основное распространение получила *Shigella sonnei*, которая в структуре шигеллезов составляла от 67,3 % в 2007 г. до 100 % в 2017 г.

Внутривидовой пейзаж шигелл Зонне, изолированных в КЧР в исследуемом периоде, был представлен в основном биохимическим вариантом Pg, что отличается от данных по г. Таганрогу Ростовской области, где циркулируют шигеллы Зонне, биовар Пе [8]. Биоварианты Ia и IIId выделялись в КЧР в 2005, 2008, 2011 и 2012 гг. и составили: IIId – max 1,3 % в 2011 г.; Ia – max 0,3 % в 2005 г.

Основным серологическим вариантом *Shigella flexneri*, который идентифицировался на территории КЧР, был подсерovar 2a – 80,4 %, доля серовара 6 (биовар Boyd 88) составила за анализируемый период 12,3 %, на антигенные варианты Ia, Ib, 2b приходилось 7,3 % от всех *Shigella flexneri*.

В 2005–2019 гг. в КЧР удельный вес питьевой воды, не соответствующей гигиеническим нормативам по показателям микробиологической безопасности, составлял 18,1–35,8 %. Исходя из этого наиболее вероятным должно было быть преобладание *Shigella flexneri*, так как ведущим путем передачи этого возбудителя является вода [9]. Однако в населенных пунктах республики преимущественное распространение получила *Shigella sonnei* (рис. 2).

Дизентерия Зонне и ее возбудитель в заражающих дозах водным путем не распространяется и распространяться не может. В водной среде *Shigella sonnei* не размножается, концентрация возбудителя остается низкой и

еще более уменьшается при разведении водой и, таким образом, не может достичь уровня заражающих доз.

Дизентерия Зонне – сугубо пищевая, главным образом «молочная», инфекция. Этому шигеллезу свойственна низкая вирулентность и соответственно чрезвычайно большая заражающая доза, которая достигается после интенсивного размножения возбудителя в молочных продуктах. «Молочные» вспышки дизентерии Зонне среди населения характеризуются моноэтиологичностью, а во время «водной» эпидемии регистрируются полиэтиологичные кишечные инфекции с высокой вирулентностью: дизентерия Флекснера, брюшной тиф, гепатиты, ротавирусная и энтеровирусная инфекции [10].

*Shigella sonnei* – единственный уникальный представитель семейства *Enterobacteriaceae*, способный не только длительно сохраняться, но и интенсивно размножаться даже в кислomолочной продукции. Этими особенностями возбудителя, возможно, объясняется приоритетность распространения дизентерии Зонне с помощью молочной продукции и моноэтиологичность вспышек [10]. В КЧР не всегда отмечается корреляция по годам подъемов заболеваемости дизентерией Зонне с несоответствием выпускаемой молочной продукции (рис. 3) нормативам по микробиологическим показателям – бактериям группы кишечной палочки (БГКП) [11].

В КЧР в 2007–2010 гг. при высоком удельном весе нестандартной молочной продукции (14,6–17,9 %) заболеваемость дизентерией Зонне составляла 9,4–25,9 на 100 тыс. населения (рис. 3), что ниже среднеевропейского значения по КЧР за 10 лет – 49,83 [12]. В Российской Федерации в этот же период доля проб молока и молочных продуктов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям

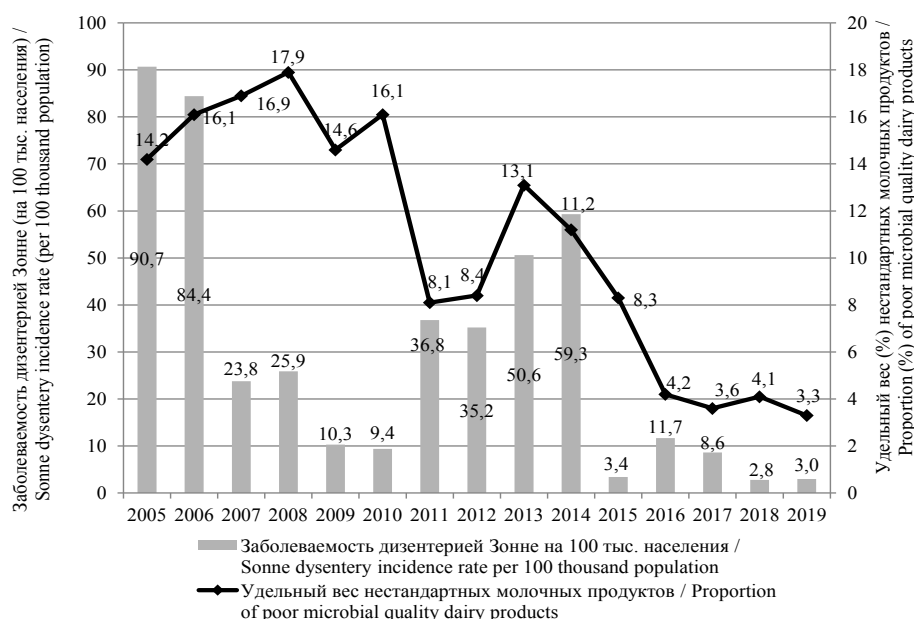


Рис. 3. Корреляция заболеваемости дизентерией Зонне и удельного веса нестандартной молочной продукции по микробиологическим показателям в КЧР

Fig. 3. Correlation between the incidence of Sonne dysentery and the proportion of poor microbial quality dairy products in the Karachay-Cherkess Republic

<sup>4</sup> Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях в Российской Федерации (Форма 2) за 2005–2019 гг. Доступно по: [http://fcgie.ru/aktualnaya\\_informatsiya.html](http://fcgie.ru/aktualnaya_informatsiya.html). Ссылка активна на: 03.02.2020 г.

по микробиологическим показателям, составляла 6,2–7,6 %, а заболеваемость дизентерией Зонне была на уровне 5,2–12,0 на 100 тыс. населения<sup>5</sup>.

Изучение чувствительности шигелл к химиотерапевтическим препаратам проводилось по МУК 4.02.1890–04<sup>6</sup> диско-диффузионным методом к следующим 14 средствам: имипенем, ампициллин, цефалексин, цефазолин, цефотаксим, амоксициллин/клавуланат, амикацин, гентамицин, тетрациклин, левофлоксацин, ципрофлоксацин, нитрофурантоин, фосфомицин, хлорамфеникол (левомецетин).

На территории КЧР циркулируют штаммы *S. sonnei*, различающиеся по наличию детерминант резистентности к хлорамфениколу и тетрациклину. Данные по чувствительности 375 изученных культур к этим антибиотикам приведены в таблице. Следует отметить, что в других регионах Российской Федерации также выделяются *S. sonnei*, устойчивые к хлорамфениколу и тетрациклину [13].

*S. flexneri*, изолированные в КЧР, были устойчивы к ампициллину, хлорамфениколу и тетрациклину. Проанализированные антибиотикограммы *S. sonnei* и *S. flexneri* продемонстрировали чувствительность всех шигелл к хинолонам, аминогликозидам, цефалоспорином, карбапенемам. Всемирная организация здравоохранения с 2005 г. рекомендовала использовать ципрофлоксацин в качестве первой линии лечения дизентерии. В конце 2000-х годов впервые появились данные о циркуляции *S. sonnei*, устойчивых к фторхинолонам. В США с 2017 года отмечается повышение до 16,5 % изолятов шигелл, резистентных к ципрофлоксацину<sup>7</sup>.

В КЧР выделенные в 2005–2019 гг. шигеллы были чувствительны к хинолонам: ципрофлоксацину и левофлоксацину. Все штаммы шигелл лизировались поливалентным дизентерийным бактериофагом производства ФГУП НПО «Микроген» (Нижний Новгород). Литическая активность оценивалась на четыре креста, что

позволяет использовать бактериофаг в лечебной и противоэпидемической практике.

#### Выводы

1. В отличие от динамики заболеваемости дизентерией в Российской Федерации, которая имеет стабильную тенденцию к снижению, в Карачаево-Черкесской Республике заболеваемость шигеллезом отличалась по годам и превышала среднероссийские показатели от 2,3 раза в 2005 г. до 8,2 раза в 2014 г., и только в 2018 г. и 2019 г. заболеваемость в республике стала ниже, чем в целом по стране, в 1,8 и 1,3 раза соответственно.

2. На территории КЧР в течение 15-летнего анализируемого периода в этиологии заболеваемости лидировали шигеллы Зонне, а в Российской Федерации основная роль в возникновении дизентерии принадлежала шигеллам Флекснера либо отмечался равный вклад шигелл Зонне и Флекснера.

3. В КЧР циркулируют штаммы шигелл Зонне, различающиеся по наличию детерминант резистентности к хлорамфениколу (левомецетину) и тетрациклину, и шигеллы Флекснера, устойчивые к ампициллину, хлорамфениколу и тетрациклину.

4. Подъем заболеваемости шигеллезом Зонне в 2012–2014 гг. был связан с заносом возбудителя из-за рубежа, так как генотипы, изолированных штаммов, ранее не регистрировались на территории Российской Федерации.

5. Для лечения дизентерии, если диагноз поставлен по клиническим симптомам и не подтвержден при бактериологическом обследовании, целесообразно применять ампициллин, хлорамфеникол, тетрациклин. В лечебной и противоэпидемической практике рекомендуется использовать дизентерийный бактериофаг.

**Информация о вкладе авторов:** Батчаев Х.Х. – разработка дизайна исследования; Пилипенко Т.Д. – написание текста рукописи, получение данных для анализа; Середа Л.Г. – обзор публикаций по теме статьи; Петрюк Т.А. – анализ полученных данных, написание текста рукописи.

**Таблица. Характеристика штаммов шигелл Зонне по их чувствительности или устойчивости к антибиотикам**  
**Table. Characteristics of Shigella sonnei strains by their sensitivity or resistance to antibiotics**

| Штамм / Strain                                                                                                                                   | Чувствительность к антибиотикам / Antibiotic sensitivity |                            |                                                            | Устойчивость к антибиотикам / Antibiotic resistance |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                  | Хлорамфеникол / Chloramphenicol                          | Тетрациклин / Tetracycline | Хлорамфеникол, тетрациклин / Chloramphenicol, tetracycline |                                                     |
| <i>S. sonnei</i> , абс. число / <i>S. sonnei</i> , n                                                                                             | 292                                                      | 9                          | 54                                                         | 20                                                  |
| <i>S. sonnei</i> , удельный вес чувствительных и резистентных штаммов (%) / <i>S. sonnei</i> , proportion of sensitive and resistant strains (%) | 77,9                                                     | 2,4                        | 14,4                                                       | 5,3                                                 |

<sup>5</sup> Государственные доклады: О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации в 2006 году, в 2008 году, в 2010 году, в 2012 году, в 2016 году, в 2017 году. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007. С. 246; 2009. С. 139; 312; 2011. С. 131, 322; 2013. С. 86; 2017. С. 105–106; 2018. С. 125. Доступно по: [http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=10145](http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145). Ссылка активна на: 19.11.2019 г.

<sup>6</sup> МУК 4.2.1890–04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» (утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации – Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации Г.Г. Онищенко 4 марта 2004 г.). Приложение 2, таблица 2. С. 70–71.

<sup>7</sup> Update – CDC Recommendations for Managing and Reporting Shigella Infections with Possible Reduced Susceptibility to Ciprofloxacin, Distributed via the CDC Health Alert. Resources for Emergency Health Professionals, Health Alert Network (HAN), HAN Archive, 2018. Network June 7, 2018, 1100 ET (11:00 AM ET), CDCHAN-00411. Доступно по: <https://emergency.cdc.gov/han/han00411.asp>. Ссылка активна на: 05.03.2019 г.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы

- Исаева А.Д. Шигеллез. Причины, симптомы, диагностика и лечение патологии. 2015. Доступно по: <https://www.polismed.com/articles-shigellez-prichiny-simptomy-diagnostika-i-lechenie.html>. Ссылка активна на 31.05.2020
- Гречанинова Т.А., Григорьева Н.С., Черепанова Н.В. и др. Структура возбудителей острых кишечных инфекций бактериальной этиологии в Санкт-Петербурге // Инфекция и иммунитет. 2017. № 5. С. 714.
- Шаповалова Р.Ф., Воробьева Л.Б., Россосанская Н.В. Состояние заболеваемости острыми кишечными инфекциями на отдельной территории Подмосковья за период с 2002 по 2016 г. // Инфекция и иммунитет. 2017. № 5. С. 742.
- Шилов Г.Ю., Смирнова Е.А. Анализ заболеваемости острыми кишечными инфекциями в Российской Федерации, США и странах Евросоюза // Пищевая промышленность. 2013. № 10. С. 50–54.
- Покровский В.И., Пак С.Г., Брико Н.И. и др. Инфекционные болезни и эпидемиология: Учебник для медицинских вузов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. С. 24.
- Кондратенко Т.А., Максимова Е.А., Черниговцев Л.Ф. и др. Характеристика эпидемического процесса сальмонеллеза и шигеллеза в Ростовской области // Инфекция и иммунитет. 2017. № 5. С. 722.
- Тагирова З.Г. Современный этап изучения шигеллезов: эпидемиология, этиология, клиническое течение, терапия (на примере Республики Дагестан): диссертация доктора медицинских наук. Махачкала; 2018. 254 с. Доступно по: [http://www.crie.ru/pdf/dissert1\(tagirova\).pdf](http://www.crie.ru/pdf/dissert1(tagirova).pdf). Ссылка активна на: 05.02.2020.
- Дерябкина Л.А., Марченко Б.И., Миронова Н.В. Современная этиологическая структура кишечных инфекций в г. Таганроге Ростовской области // Инфекция и иммунитет. 2017. № 5. С. 717.
- Коротяев А.И., Бабичев С.А. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология: учебник для медицинских вузов. СПб.: СпецЛит, 2008. С. 484–485.
- Солодовников Ю.П., Иваненко А.В., Ефремова Н.В. и др. Ошибки при эпидемиологической диагностике вспышек и эпидемий дизентерии Зонне: еще одна мифическая «водная» эпидемия этого шигеллеза // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2009. № 5. С. 116–119.
- Солодовников Ю.П., Иваненко А.В., Ефремова Н.В. и др. Ошибки при эпидемиологической диагностике вспышек и эпидемий дизентерии Зонне // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2009. № 2. С. 122–125.
- Зуева Л.П., Яфаев Р.Х. Эпидемиология: учебник. СПб.: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2006. С. 196–197.
- Бондаренко А.П., Зайцева Т.А., Троценко О.Е. и др. Заболеваемость дизентерией Зонне в Хабаровском крае, обусловленной атипичным маннитнегативным возбудителем // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2017. № 1. С. 20–28.

#### References

- Isaeva AD. [Shigellosis. Causes, symptoms, diagnosis and treatment of pathology.] Internet. 2015. Available at: <https://www.polismed.com/articles-shigellez-prichiny-simptomy-diagnostika-i-lechenie.html>. Accessed: 31 May 2020. (In Russian).
- Grechaninova TA, Grigoryeva NS, Cherepanova NV, et al. [Structure of pathogens of acute intestinal infectious diseases of bacterial etiology in Saint Petersburg.] *Infektsiya i Immunitet*. 2017; (5):714. (In Russian).
- Shapovalova RF, Vorobyeva LB, Rossoshanskaya NV. [State-of-the-art incidence of acute intestinal infectious diseases in a separate area of the Moscow region for the period from 2002 to 2016.] *Infektsiya i Immunitet*. 2017; (5):742. (In Russian).
- Shilov GY, Smirnova EA. Analysis of the incidence of acute intestinal infections in the Russian Federation, the U.S. and the European Union. *Pishchevaya Promyshlennost'*. 2013; (10):50–54. (In Russian).
- Pokrovsky VI, Pak SG, Briko NI, et al. [*Infectious Diseases and Epidemiology*.] Moscow: GEOTAR-Media Publ., 2007. 24 p. (In Russian).
- Kondratenko TA, Maksimova EA, Chernigovets LF, et al. [Characteristics of the epidemic process of salmonellosis and shigellosis in the Rostov region.] *Infektsiya i Immunitet*. 2017; (5):722. (In Russian).
- Tagirova ZG. [*Modern stage of studying shigelloses: epidemiology, etiology, clinical course, therapy (on the example of the Republic of Dagestan)*] [dissertation]. Makhachkala; 2018. 254 p. Available at: [http://www.crie.ru/pdf/dissert1\(tagirova\).pdf](http://www.crie.ru/pdf/dissert1(tagirova).pdf). Accessed: 5 Feb 2020. (In Russian).
- Deryabkina LA, Marchenko BI, Mironova NV. [Modern etiological structure of intestinal infections in Taganrog, Rostov region.] *Infektsiya i Immunitet*. 2017; (5):717. (In Russian).
- Korotyaev AI, Babichev SA. [*Medical Microbiology, Immunology and Virology: Manual for Medical University Students*.] Saint Petersburg: SpetsLit Publ., 2008. (In Russian).
- Solodovnikov YuP, Ivanenko AV, Efremova NV, et al. [Mistakes in epidemiological diagnosis of outbreaks and epidemics of Sonne dysentery.] *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunologii*. 2009; (5):116–119. (In Russian).
- Solodovnikov YuP, Ivanenko AV, Efremova NV, et al. [Mistakes in epidemiological diagnosis of outbreaks and epidemics of Sonne dysentery: another mythical “waterborne” epidemic of this shigellosis.] *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunologii*. 2009; (2):122–125. (In Russian).
- Zueva LP, Yafaev RK. [*Epidemiology: Manual for Medical University Students*.] Saint Petersburg: FOLIANT Publ., 2006. (In Russian).
- Bondarenko AP, Zaitseva TA, Trotsenko OE, et al. Sonnei dysentery morbidity in Khabarovsk and Khabarovsk region due to atypical mannitol-negative causative agent. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunologii*. 2017; (1):20–28. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2017-1-20-28>

© Журавлёв П.В., Калюжин А.С., Кулак М.А., Алексанина Н.В., Гапон М.Н., Твердохлебова Т.И., 2021  
УДК 57.022-616.98:613.31

## Способность выживания возбудителя COVID-19 в водной среде (Обзор литературы)

П.В. Журавлёв<sup>1,2</sup>, А.С. Калужин<sup>1</sup>, М.А. Кулак<sup>1</sup>, Н.В.Алексанина<sup>1</sup>,  
М.Н. Гапон<sup>1</sup>, Т.И. Твердохлебова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора, пер. Газетный, д. 119, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, пер. Нахичеванский, д. 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* В настоящей работе представлен обзор научных данных зарубежных и российских исследователей о возможных местах обитания возбудителя COVID-19, сведений о путях распространения инфекционного агента SARS-CoV-2 и принимаемых мерах по борьбе с ним в водной среде. *Цель настоящего обзора* – определить возможность и особенности распространения через водную среду возбудителя COVID-19 с учётом степени достоверности полученных результатов и соответствия научных исследований критериям доказательной медицины. *Методы.* Были найдены и проанализированы научные работы по поисковым электронным базам данных (Web of Science, Scopus, PubMed, eLIBRARY и ResearchGate) согласно ключевым словам (COVID-19, wastewater, treatment facilities, river water). Из 109 источников авторами было отобрано 85 с учётом ключевых слов. После анализа избранной литературы в настоящий обзор было включено 55 источников в соответствии с темой работы. *Показано* присутствие возбудителя COVID-19 в различных объектах окружающей среды: системах водоснабжения, сточных водах, поверхностных водах. Определены методы детекции вирусных частиц SARS-CoV-2 на основе выявления штаммов других вирусов в объектах окружающей среды. Это позволило понять, что самостоятельное попадание вируса в экосистему происходит за счёт абсорбирования с различными фомитами. В обзоре представлены результаты работ, проведённых в ряде стран во время пандемии, подтверждающие присутствие возбудителя COVID-19 в речной воде. Часть исследований указывает на устойчивость вирусных частиц, присутствующих в объектах окружающей среды, к дезинфицирующим средствам, что, в свою очередь, определяет актуальность углублённых исследований с позиции обеспечения санитарно-противоэпидемического режима на станциях водоподготовки. *Выводы.* Проведённый анализ мировых научных исследований по теме новой коронавирусной инфекции позволил установить способность вируса выживать в водной среде урбанизированных территорий и выявить альтернативные пути распространения инфекционного агента в окружающей среде. В современных условиях, в связи с невысокой эффективностью очистных сооружений канализации в отношении вирионов, существует риск распространения вируса SARS-CoV-2 в окружающей среде, что и обуславливает потенциальный риск возникновения коронавирусных инфекций. Полученные сведения позволят разработать новые профилактические меры по сохранности санитарно-гигиенического состояния водных объектов и санитарно-защитных зон. Внедрение в практику этих мер будет способствовать улучшению эпидемической ситуации в нашей стране.

**Ключевые слова:** COVID-19, SARS-CoV-2, сточные воды, очистные сооружения, речная вода.

**Ключевые слова:** COVID-19, SARS-CoV-2, сточные воды, очистные сооружения, речная вода.  
**Для цитирования:** Журавлёв П.В., Каложин А.С., Кулак М.А., Алексанина Н.В., Гапон М.Н., Твердохлебова Т.И. Способность выживания возбудителя COVID-19 в водной среде (Обзор литературы) // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 84-90. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-84-90>

**Информация об авторах:**

✉ **Журавлёв** Пётр Васильевич – д.м.н., заведующий лабораторией санитарной микробиологии водных объектов и микробной экологии человека ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии», профессор кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: rostovnjimp@rnjimp.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8196-3882>

**Калюжин** Александр Сергеевич – мл.н.с. лаборатории санитарной микробиологии водных объектов и микробиологии человека ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии»; e-mail: o.t.t.o.94@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7234-6890>.

**Кулак Мария Александровна** – мл.н.с. лабораторий санитарно-паразитологического мониторинга, медицинской паразитологии и иммунологии ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии»; e-mail: kulak.marva@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6778-4426>.

**Алексанина** Наталья Владимировна – к.б.н., ст.н.с. лаборатории санитарной микробиологии водных объектов и микробной экологии человека ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии»; e-mail: natally10\_09@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7702-1385>.

**Гапон** Марина Николаевна – к.б.н., Ведущий научный сотрудник лаборатории санитарной микробиологии водных объектов и микробной экологии человека ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии»; e-mail: marina.gapon@mail.ru

**Твердохлебова** Татьяна Ивановна - д.м.н., директор ФБУН «Ростовский НИИ микробиологии и паразитологии» Ростгоспотребнадзора; e-mail: niimicrodouble@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3912-0291>

# Survival Ability of the COVID-19 Causative Agent in Aquatic Environment: A Literature Review

*P.V. Zhuravlev,<sup>1,2</sup> A.S. Kalyuzhin,<sup>1</sup> M.A. Kulak,<sup>1</sup> N.V. Aleksanina,<sup>1</sup> M.N. Gapon,<sup>1</sup> T.I. Tverdokhlebova<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology, 119 Gazetny Lane, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation.

<sup>2</sup>Rostov State Medical University, 29 Nakhichevansky Lane, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation

**Summary.** *Background:* The article presents an overview of foreign and Russian scientific data on possible natural reservoirs of the COVID-19 causative agent, SARS-CoV-2 transmission routes, and measures taken to combat it in an aquatic environment. *The objective* of this review is to determine the possibility and features of SARS-CoV-2 dissemination through the aquatic environment, taking into account statistical significance of the results obtained and the compliance of scientific research with the criteria of evidence-based medicine. *Methods:* We used keywords “COVID-19”, “wastewater”, “treatment facilities”, and “river water” to search the electronic databases, including Web of Science, Scopus, PubMed, eLIBRARY, and ResearchGate, for journal articles on the topic. Out of 109 search results, we chose 85 papers and, having analyzed them, selected 55 most relevant articles for this review. The presence of the COVID-19 causative agent has been shown in various environmental objects including water supply systems, wastewater, and surface waters. Methods for detecting SARS-CoV-2 particles based on the detection of strains of other viruses in environmental objects have been determined. They demonstrated that the independent entry of the virus into the ecosystem occurs due to its absorption by various fomites. The review presents the results of studies conducted in a number of countries during the pandemic, confirming the presence of SARS-CoV-2 in river water. Some studies indicate the resistance of viral particles present in environmental objects to disinfectants, which, in its turn, determines the relevance of in-depth studies from the standpoint of ensuring sanitary and anti-epidemic regimen at water treatment plants. *Conclusions:* The analysis of the world experience enabled us to establish the SARS-CoV-2 survival ability in the aquatic environment.

ronment of urbanized areas and to identify its alternative transmission routes in the environment. In modern conditions, due to a poor efficiency of sewage treatment plants in terms of virions, the spread of SARS-CoV-2 in the environment posing a potential risk of the coronavirus disease is quite possible. Our findings will help develop new preventive measures to maintain safety of water bodies and sanitary protection zones. Their implementation will contribute to improvement of the epidemic situation in our country.

**Keywords:** COVID-19, SARS-CoV-2, wastewater, treatment facilities, river water.

**For citation:** Zhuravlev PV, Kalyuzhin AS, Kulak MA, Aleksanina NV, Gapon MN, Tverdokhlebova TI. Survival ability of the COVID-19 causative agent in aquatic environment: a literature review. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (3(336)):84–90. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-84-90>

**Author information:**

✉ Pyotr V. **Zhuravlev**, D.M.Sc., Head of the Laboratory of Sanitary Microbiology of Water Bodies and Human Microbial Ecology, Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Professor, Department of General Hygiene, Rostov State Medical University of the Russian Ministry of Health; e-mail: [rostovniimp@rniimp.ru](mailto:rostovniimp@rniimp.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8196-3882>.

Alexander S. **Kalyuzhin**, Junior Researcher, Laboratory of Sanitary Microbiology of Water Bodies and Human Microbial Ecology, Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: [o.t.t.o.94@mail.ru](mailto:o.t.t.o.94@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7234-6890>.

Maria A. **Kulak**, Junior Researcher, Laboratory of Sanitary and Parasitological Monitoring, Medical Parasitology and Immunology, Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: [kulak.marya@yandex.ru](mailto:kulak.marya@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6778-4426>.

Natalya V. **Aleksanina**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Sanitary Microbiology of Water Bodies and Human Microbial Ecology, Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: [nataly10\\_09@mail.ru](mailto:nataly10_09@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7702-1385>.

Marina N. **Gapon**, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Sanitary Microbiology of Water Bodies and Human Microbial Ecology, Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: [marina.gapon@mail.ru](mailto:marina.gapon@mail.ru).

Tatyana I. **Tverdokhlebova**, D.M.Sc., Director, Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; e-mail: [niimicrodouble@yandex.ru](mailto:niimicrodouble@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3912-0291>.

**Введение.** Коронавирусы, принадлежащие к одноименному роду семейства *Coronaviridae*, широко распространены в природе. Впервые открытые еще в 30-х годах прошлого века, они до недавнего времени были известны как возбудители тяжелых, нередко смертельных, заболеваний среди сельскохозяйственных животных и домашних птиц.

В марте 2020 года Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила о глобальной эпидемии так называемой атипичной пневмонии, или тяжелого острого респираторного синдрома. По данным ВОЗ, к августу 2020 г. было зарегистрировано 8098 случаев ближневосточного респираторного синдрома — Middle East respiratory syndrome (MERS-CoV) с 4–11%-й летальностью [1]. Это заболевание, впервые зарегистрированное в ноябре 2002 года в Южном Китае, в течение нескольких месяцев распространилось на территориях 30 государств Азии, Европы, Северной и Южной Америки, Африки и в Австралии. Наибольшее количество заболевших было выявлено в Китайской Народной Республике (КНР), Сингапуре и Канаде. Короткий инкубационный период (2–3 суток) обусловил стремительное распространение вируса при международном авиасообщении со странами Юго-Восточной Азии [1–4]. Инфицирование людей чаще происходило в госпитальных условиях. Один больной в среднем заражал трех-четыре контактных лиц [5].

Вспышка новой коронавирусной инфекции зарегистрирована в декабре 2019 г. в г. Ухань (провинция Хубэй, КНР) [6], хотя первые случаи были зафиксированы еще в ноябре 2019 г. Вспышка распространилась на другие 30 городов КНР, включая Пекин и Шанхай [7]. Инфицированные пациенты были выявлены более чем в 40 странах Азии, Америки, Европы и в Австралии; в Российской Федерации — два случая. В настоящее время пандемия охватила более 215 стран, всего в мире зарегистрировано свыше 95 миллионов подтвержденных случаев COVID-19.

В связи с широким и быстрым распространением коронавирусной инфекции учеными разных стран проведены исследования, направленные на изучение путей распространения и жизнеспособности вируса. Результаты исследования, проведенного в ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, по изучению жизнеспособности коронавируса SARS-CoV-2 в образцах дехлорированной питьевой воды при температуре 24–28 °C и 4 °C в течение 1, 3, 24, 48, 72 часов, а также в образцах, имитирующих морскую воду, с концентрацией солей по хлориду натрия 0,9 ‰ и 3,5 ‰ при температуре 24–28 °C в течение 1, 3, 24, 48 часов, свидетельствуют о том, что коронавирус SARS-CoV-2 (коронавирус, связанный с тяжелым острым респираторным синдромом 2) сохраняет остаточную инфекционную активность в дехлорированной питьевой воде в течение 72 часов, при этом степень его сохранности зависит от температуры воды [8].

В соответствии с поставленной целью исследования были определены задачи:

1. Провести анализ возможных путей передачи COVID-19 через сточные воды, загрязненные отходами человеческой деятельности.
2. Изучить сохранение жизнеспособности возбудителя COVID-19 в сточных водах очистных сооружений канализации.
3. Рассмотреть аспекты возможного выделения вируса SARS-CoV-2 из воды открытого водоема.

**Возможные пути передачи COVID-19 через сточные воды, загрязненные отходами антропогенного характера.**

Исследования показали, что в 2–10 % подтвержденных случаев COVID-19 наблюдаются симптомы диареи в первый день госпитализации и сохраняются в течение нескольких дней после нее [9–11]. В фекалиях инфицированных пациентов выявлены фрагменты вирусной РНК SARS-CoV-2 [11–14], что также позволяет говорить о возможной решающей роли в распространении COVID-19 косвенной передачи

зараженных фомитов (контаминированных предметов) [15, 16].

В ряде зарубежных работ отмечено, что желудочно-кишечные симптомы, такие как диарея, диспепсия, вздутие живота и запоры, в 10 % случаев предшествуют респираторным симптомам и лихорадке [10, 17, 16]. Известны случаи, когда выздоровевшие пациенты все еще давали положительный результат на наличие вирусной РНК в образцах стула [17–19].

В исследовании китайских специалистов выявление SARS-CoV-2 в образце стула у десятилетнего ребенка, не имеющего симптомов заболевания, показало, что фекалии также могут являться материалом для диагностики на COVID-19, помимо образцов из дыхательных путей [20]. Обнаружение живого коронавируса SARS-CoV-2 в образцах стула подтвердило возможность фекально-орального пути передачи COVID-19 [21].

С вирусологической точки зрения тропизм SARS-CoV-2 к оболочке кишечника является необычным, поскольку большинство вирусов, связанных с диареей (аденовирус, ротавирус, норовирус и т. д.), его не имеют. В исследовании, проведенном Xing et al. [22], кишечный тропизм SARS-CoV-2 указывает на более высокую его устойчивость в кишечном тракте, чем у других вирусов.

Установлено, что SARS-CoV-2 использует рецепторы ACE2 для проникновения в организм хозяина [23, 24], и после этого множественные копии вирусной РНК и белков синтезируются в цитоплазме хозяина для сборки новых вирионов [25], которые затем могут быть выделены из желудочно-кишечного тракта. Фекалии 73 госпитализированных пациентов с SARS-CoV-2 были протестированы методом ПЦР с обратной транскрипцией (гRT–PCR) в реальном времени. При исследовании образцов стула больных положительный результат дали 53,42 % от общего числа проб. Примечательно, что 23,29 % пациентов с вирусной РНК, не выявленной в дыхательных путях, показали наличие SARS-CoV-2 в фекалиях [26]. Кроме того, в эпителии желудка, двенадцатиперстной и прямой кишки было выявлено положительное иммунофлуоресцентное окрашивание вирусного рецептора хозяина ACE2 (ангиотензинпревращающий фермент 2) и вирусного нуклеокапсидного белка у пациентов с COVID-19. Исследователи смогли выделить SARS-CoV-2 из образцов кала, что указывает на наличие инфекционных вирионов в желудочно-кишечном тракте [27]. Эти результаты выявили возможность фекально-орального пути передачи SARS-CoV-2 [19, 28].

**Жизнестойкость возбудителя COVID-19 в сточных водах очистных сооружений канализации.** Установки для очистки поверхностных вод наиболее подвержены вирусному загрязнению. Этот факт особенно актуален во время вспышки COVID-19, хотя в настоящее время нет достоверных данных о количестве жизнеспособных SARS-CoV-2, вызывающих заболевание при заглатывании воды во время купания. В настоящее время для снижения вирусного загрязнения сточных вод применяют методы с использованием стресс-фактора, связанного с воздействием солнечного света.

На основании данных польских и британских ученых [29], оценивших продолжительность жизни вируса в водоемах при условии попадания в них сточных вод, а также риск инфицирования в случае контакта с зараженной водной системой, установлено, что коронавирус нового типа может выживать до 25 дней.

Существует практика использования на водоочистных сооружениях химического дозирования для образования активных окислительных частиц или фагирования другими микроорганизмами. В случае обычных централизованных водоочистных сооружений фильтрация с последующей дезинфекцией должна быть достаточной для избавления от SARS-CoV-2. Хотя слабая жизнеспособность SARS-CoV-2 в условиях открытого солнечного света снижает угрозу загрязнения сырой воды, применение хлорирования и УФ-дезинфекции создает гарантированную инактивацию SARS-CoV-2 до такой степени, что такая вода представляет низкий риск для здоровья потребителя [30]. Кроме того, применение мер вторичной дезинфекции, таких как дозирование хлораминов, для поддержания определенного уровня остаточного хлора в распределительной сети, дает дополнительную защиту от загрязнения [30].

**Выделение вируса SARS-CoV-2 из речной воды.** Ученые из Эквадора провели исследование речной воды в городе Кито [31]. Известно, что в Эквадоре лишь 20 % сточных вод охвачено очистными сооружениями [32], а его столица Кито, население которой составляет почти 3 миллиона человек, очищает только 3 % своих сточных вод (EPMAPS, 2020). Таким образом, река, протекающая в г. Кито и получающая фекальные воды со всего города, сильно загрязнена «микроорганизмами, выделенными от человека» и другими загрязнителями, что приводит к их распространению вдоль бассейна реки [33]. В проведенных ранее исследованиях описано вирусное разнообразие патогенов человека, присутствующих в городской реке, и подчеркнут риск здоровью населения, использующего эти воды для ирригационных или рекреационных целей [34]. Для оценки микробного влияния в речных водах использовали в качестве вирусного индикатора человеческий аденовирус, что было связано с его частым обнаружением [35].

5 июня 2020 года были взяты пробы в трех точках реки, протекающей в г. Кито. Места отбора проб являлись репрезентативными для сбросов сточных вод (в южном центре — M1, северном центре — M2 и в северной части — M3) в естественные потоки, проходящие через город. Параметры качества воды анализируемых образцов показали значительное антропогенное воздействие. Точки отбора проб M2 и M3 не соответствовали национальным требованиям по сохранению водной жизни для химической (ХПК) и биологической (БПК) потребности в кислороде [36]. В трех местах отбора проб SARS-CoV-2 ген белка нуклеокапсида (N) присутствовал в концентрации в диапазоне от  $2,91\text{E}+05$  и  $3,19\text{E}+06$  GC/L для области-мишени N1 и от  $2,07\text{E}+05$  и  $2,22\text{E}+06$  GC/L для области-мишени N2. Более высокие значения отмечены в M1, что было связано со случаями COVID-19, зарегистрированными в зонах каждой

точки. Сбор образцов происходил во время пика вспышки, поскольку активные случаи (считая выявленные случаи за последние 14 дней до дня отбора образцов) составили 25 % от общего числа случаев COVID-19, зарегистрированных в городе с начала вспышки.

Это первое исследование, которое количественно оценило SARS-CoV-2 в речной воде, содержащей неочищенные сточные воды. Параметры воды, измеренные в 2 из 3 изученных мест, превосходили национальные нормативы по сохранению водной среды [37]. Однако все экологические значения превышали зарегистрированные для контрольных участков в этом же бассейне [38]. Антропогенное вирусное загрязнение, проанализированное с помощью индикатора HAdV, показало большое влияние человеческих экскрементов на состояние воды в реке в г. Кито. Значения были идентичны образцам, собранным в тех же местах в 2017 году, что подтверждает отсутствие улучшения санитарных условий. В исследовании был проведен метагеномный анализ в тех же местах, и были получены последовательности из 26 вирусных патогенов человека, которые выявили последствия сброса сточных вод без предварительной обработки в естественные потоки.

На пике пандемии COVID-19 в середине 2020 года в Эквадоре уровни SARS-CoV-2, обнаруженные в реке в г. Кито, аналогичны уровням загрязнения сточных вод Валенсии (Испания), где зафиксировано более 5000 активных случаев, и сточных вод Парижа на пике эпидемии, где было более 10000 случаев госпитализации [39]. Однако на дату отбора проб в городском участке реки в Кито было зарегистрировано 750 активных случаев COVID-19, что свидетельствует о недостаточной диагностике, проводимой в других регионах мира. Кроме того, высокие значения могут быть связаны с большим количеством бессимптомных случаев. Так, на круизном лайнере «Diamond Princess» бессимптомных случаев было 17,9 % [40], а в учреждении долгосрочного ухода у квалифицированных медсестер в округе Кинг, штат Вашингтон, — 57 % случаев [41].

Важно отметить, что в водах был обнаружен только геномный материал, а жизнеспособность вируса в загрязненных водах неизвестна. Распространение вируса в окружающей среде оказывает неизвестное влияние на здоровье скота и диких животных, так как случаи зоонозных связей часто встречаются в семействе Coronaviridae [42, 43]. Присутствие вируса в сбросах сточных вод в черте города может быть использовано эпидемиологической службой для контроля пандемии при дефиците диагностических средств [39]. Полученные данные соответствуют исследованиям, проведенным в Нидерландах [44], Австралии [45], Италии [46], Испании [47] и Франции [48].

Согласно отчету Национального Зеленого Трибунала (NGT) по стандартам сброса сточных вод очистных сооружений (последнее обновление 8 мая 2019 г.), в густонаселенных развивающихся странах дождь и таяние снега

могут привести к ухудшению условий, вызывающему переливы канализации и приводящему к сбросам неочищенных сточных вод в водоемы [49]. В общем исследовании по оценке риска здоровью был количественно определен риск инфицирования вследствие попадания в городские паводковые воды ряда патогенных микроорганизмов, таких как *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, *Giardia*, норовирусы и энтеровирусы, которые могут вызывать желудочно-кишечные заболевания [50]. Отчет показал, что в среднем риск заражения детей в местах, которые подвергаются воздействию паводковых вод, вытекающих из комбинированных сливов, ливневых канализационных и поверхностных стоков, образовавшихся в результате осадков, составил 33 %, 23 % и 3,5 % соответственно. Однако у взрослых риск заражения составил 3,9 %, 0,58 % и 0,039 % соответственно, главным образом из-за норовирусов и энтеровирусов, присутствующих в паводковых водах [51].

Существует еще один риск, связанный с децентрализованными системами очистки сточных вод, такими как септические резервуары, поскольку подобные системы вообще не дезинфицируют сточные воды и, следовательно, могут загрязнять водоемы с малой глубиной залегания грунтовых вод или в районах, подверженных затоплению, а также в случаях, когда открытый колодец, используемый для питьевой воды, находится на расстоянии 30 м от септика и не принимаются соответствующие меры предосторожности [51]. Для таких ситуаций, как реагирование на стихийные бедствия, проект «Сфера» в 2011 году также рекомендовал минимальное стандартное боковое расстояние 30 м между санитарно-техническими сооружениями и источниками пресной воды [52].

С другой стороны, существует высокая вероятность распространения SARS-CoV-2 через аэрозоли, образующиеся на открытых аэробных очистных сооружениях, например, использующих в процессе очистки активный ил, и т. д. [53]. В ходе исследования в 31 пробе воздуха различных станций очистки сточных вод (СОСВ) в течение двух сезонов два года подряд выявлялись три различных штамма вирусов: норовирус, аденовирус и вирус гепатита Е [54]. Аденовирус присутствовал почти во всех образцах (100 % летом и 97 % зимой), с самой высокой концентрацией в воздухе  $2,27 \times 10^6$  эквивалента генома в м<sup>3</sup>. При этом норовирус обнаруживался редко, а вирус гепатита Е оставался незамеченным в образцах воздуха, полученных за определенный промежуток времени.

Таким образом, это исследование показало наличие потенциальных патогенных вирусных частиц в аэрозолях, выходящих из различных станций очистки сточных вод (СОСВ). В связи с фактами заражения людей, работающих на канализационных очистных сооружениях (КОС) во время вспышки заболевания, вызванного SARS-CoV в 2002–2003 гг., было создано временное руководство ВОЗ («Вода, санитария, гигиена и управление отходами для вируса

COVID-19»), в котором сказано о недопустимости пренебрежения мерами безопасности с учетом вероятности заражения специалистов, работающих с этими устройствами, при пандемии COVID-19 [54].

Во время вспышки заболевания, вызванного SARS-CoV в 2003 г., сообщалось, что неисправные системы водопровода и вентиляции способствовали распространению SARS-CoV через аэрозоли в жилом комплексе Amoy Gardens Гонконга, где зафиксировано более 300 инфицированных с 42 летальными случаями [55, 56]. Во время нынешней вспышки COVID-19 аналогичные заражения наблюдались у двух обитателей высотной башни Hong Mei House на северо-западе Гонконга в Tsing Yi [56]. Зарегистрированные на юго-западе Дели 58 случаев заболевания COVID-19 подтверждают возможность заражения из-за неисправности системы водопровода при использовании общих туалетов инфицированными лицами [55].

Следовательно, в случаях неисправности систем водопровода и вентиляции, особенно в высотных зданиях, следует учитывать возможность передачи COVID-19.

**Обсуждение.** Анализ зарубежных работ о распространении SARS-CoV-2 показал, что желудочно-кишечные симптомы, такие как диарея, диспепсия, вздутие живота и запоры, в 10 % случаев предшествуют респираторным симптомам и лихорадке. Ряд ученых смогли выделить SARS-CoV-2 из образцов кала, что указывает на наличие не способных к репликации инфекционных вирионов в желудочно-кишечном тракте [27].

Исследователи из Эквадора при изучении речной воды в городе Кито выявили ген белка нуклеокапсида, обнаружив последовательности из 26 вирусных патогенов человека. Во время пика пандемии COVID-19 в Эквадоре уровни SARS-CoV-2, обнаруженные в реке г. Кито, оказались аналогичными уровням загрязнения сточных вод Валенсии (Испания) и сточных вод Парижа [39]. Не исключен риск распространения SARS-CoV-2 через аэрозоли на СОСВ ряда других вирусов, что не подтверждает возможность аэрогенного механизма передачи возбудителя заболевания COVID-19. Так, в одном из жилых комплексов Гонконга было зафиксировано более 300 инфицированных с 42 летальными случаями, что связали с неисправностью системы водопровода и вентиляции, которые способствовали распространению SARS-CoV через аэрозоли.

Результаты проведенных исследований свидетельствовали, что возбудитель COVID-19 сможет присутствовать в различных объектах окружающей среды: в системах водоснабжения, сточных и поверхностных водах. Определены методы детекции вирусных частиц SARS-CoV-2 на основе выявления штаммов других вирусов в объектах окружающей среды. Это позволило понять, что самостоятельное попадание вируса в экосистему невозможно, ему необходимо абсорбироваться с различными фомитами, аналогично аденовирусам, выявленным на очистных сооружениях [35]. Проведенные исследования речной воды в ряде стран во время пандемии подтвердили присутствие в

ней возбудителя COVID-19. В ряде исследований указывалось на устойчивость вирусных частиц, присутствующих в объектах окружающей среды, к дезинфицирующим средствам, что, в свою очередь, определяет актуальность углубленных исследований с позиции обеспечения санитарно-противоэпидемического режима на станциях водоподготовки.

### Выводы

1. Проведенный анализ мировых научных исследований по теме новой коронавирусной инфекции позволил установить способность вируса выживать в водной среде урбанизированных территорий и определить альтернативные пути распространения инфекционного агента в окружающей среде.

2. В современных условиях обеззараживание городских сточных вод превратилось в комплексную проблему, которую необходимо рассматривать с учетом эпидемиологической, гигиенической, экологической и технологической составляющих, учитывая экономические аспекты.

3. В материалах представленных научных статей показана недостаточная эффективность очистных сооружений канализации в отношении вирионов, что свидетельствует о существовании риска распространения вируса SARS-CoV-2 в окружающей среде, в связи с чем вопрос сохранения жизнеспособности вируса необходимо изучать более детально.

4. Полученные сведения позволят разработать новые профилактические меры, касающиеся санитарно-гигиенического состояния водных объектов и санитарно-защитных зон. Внедрение таких мер в практику будет способствовать улучшению эпидемической ситуации в нашей стране.

**Информация о вкладе авторов:** П.В. Журавлёв — разработка дизайна исследования, анализ полученных данных; А.С. Калюжин — обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи; М.А. Кулак — обзор публикаций по теме статьи; Н.В. Алексанина — анализ полученных данных; М.Н. Гапон — анализ полученных данных.

**Финансирование:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы (пп. 1, 2, 4–7, 9–55 см. References)

- Чучалин А.Г. Синдром острого повреждения легких // РМЖ. 2006; 14(22):1582.
- Золин В.В., Оськина О.П., Солодкий В.В. и др. Изучение жизнеспособности вируса SARS-CoV-2 в питьевой и морской воде. Covid19 - preprints. microbe.ru. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111723>

### References

- World Health Organization. Summary table of SARS cases by country, 1 November 2002 – 7 August 2003. *Weekly Epidemiological Record*. 2003; 78(35):310–311. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/232250>. Accessed: 1 Sept 2020.
- Kampf G, Todt D, Pfaender S, et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and its inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect*. 2020; 104(3):246–51. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.01.022
- Chuchalin AG. [Syndrome of acute lung injury.] *RMZh*. 2006; 14(22):1582. (In Russian).
- Riley S, Fraser C, Donnelly CA, et al. Transmission dynamics of the etiological agent of SARS in Hong

- Kong: impact of public health interventions. *Science*. 2003; 300(5627):1961–6. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1086478>
5. Lipsitch M, Cohen T, Cooper B, *et al.* Transmission dynamics and control of severe acute respiratory syndrome. *Science*. 2003; 300(5627):1966–70. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1086616>
6. World Health Organization. (2020). Surveillance case definitions for human infection with novel coronavirus (nCoV): interim guidance, 11 January 2020. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330376>. Accessed: 1 Sept 2020.
7. Disease commodity package – Novel Coronavirus (COVID-19). WHO Reference Number: WHO/2019-nCoV/DCPv3/2020.4. WHO Headquarters, 6 March 2020. Available at: [https://www.who.int/publications-detail/disease-commodity-package---novel-coronavirus-\(ncov\)](https://www.who.int/publications-detail/disease-commodity-package---novel-coronavirus-(ncov)). Accessed: 1 Sept 2020.
8. Zolin VV, Oskina OP, Solodsky VV, *et al.* [Study of the viability of SARS-CoV-2 in potable and marine water.] COVID19-preprints.microbe.ru. (In Russian). Available at: <https://doi.org/10.21055/preprints-3111723>
9. Cruvinel VRN, Marques CP, Cardoso V, *et al.* Health conditions and occupational risks in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. *BMC Public Health*. 2019; 19(1):581. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6879-x>
10. 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: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
11. Wang D, Hu B, Hu C, *et al.* Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020; 323(11):1061–1069. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585>
12. Wölfel R, Corman VM, Guggemos W, *et al.* Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature*. 2020; 581(7809):465–469. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2196-x>
13. Huang C, Wang Y, Li X, *et al.* Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020; 395(10223):497–506. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
14. Holshue ML, DeBolt C, Lindquist S, *et al.* First case of 2019 novel coronavirus in the United States. *N Engl J Med*. 2020; 382(10):929–936. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001191>
15. Zhou P, Yang XL, Wang XG, *et al.* A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*. 2020; 579(7798):270–273. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
16. Mallapaty S. How sewage could reveal true scale of coronavirus outbreak. *Nature*. 2020; 580(7802):176–177. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00973-x>
17. Lesté-Lasserre C. Coronavirus found in Paris sewage points to early warning system. *Science Mag*. Apr. 21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.abc3799>. Available at: <https://www.sciencemag.org/news/2020/04/coronavirus-found-paris-sewage-points-early-warning-system> Accessed: 1 Sept 2020.
18. Gu J, Han B, Wang J. COVID-19: Gastrointestinal manifestations and potential fecal–oral transmission. *Gastroenterology*. 2020; 158(6):1518–1519. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.02.054>
19. Kam KQ, Yung CF, Cui L, *et al.* A well infant with coronavirus disease 2019 with high viral load. *Clin Infect Dis*. 2020; 71(15):847–849. DOI: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa201>
20. Ling Y, Xu SB, Lin YX, *et al.* Persistence and clearance of viral RNA in 2019 novel coronavirus disease rehabilitation patients. *Chin Med J (Engl)*. 2020; 133:1039–1043. DOI: <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000774>
21. Wang W, Xu Y, Gao R, *et al.* Detection of SARS-CoV-2 in different types of clinical specimens. *JAMA*. 2020; 323(18):1843–1844. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3786>
22. Xing Y-H, Ni W, Wu Q, *et al.* Prolonged viral shedding in feces of pediatric patients with coronavirus disease 2019. *J Microbiol Immunol Infect*. 2020; 53(3):473–480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.03.021>
23. Tang A, Tong ZD, Wang HL, *et al.* Detection of novel coronavirus by RT-PCR in stool specimen from asymptomatic child, China. *Emerg Infect Dis*. 2020; 26(6):1337–1339. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2606.200301>
24. Xu Y, Li X, Zhu B, *et al.* Characteristics of pediatric SARS-CoV-2 infection and potential evidence for persistent fecal viral shedding. *Nat Med*. 2020; 26(4):502–505. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0817-4>
25. Munster VJ, Koopmans M, van Doremalen N, *et al.* A novel coronavirus emerging in China – Key questions for impact assessment. *N Engl J Med*. 2020; 382(8):692–694. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMp2000929>
26. Harmer D, Gilbert M, Borman R, *et al.* Quantitative mRNA expression profiling of ACE 2, a novel homologue of angiotensin converting enzyme. *FEBS Lett*. 2002; 532(1–2):107–110. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(02\)03640-2](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(02)03640-2)
27. Weiss SR, Navas-Martin S. Coronavirus pathogenesis and the emerging pathogen severe acute respiratory syndrome coronavirus. *Microbiol Mol Biol Rev*. 2005; 69(4):635–664. DOI: <https://doi.org/10.1128/MMBR.69.4.635-664.2005>
28. World Health Organization. Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus. Interim guidance. 19 March 2020. WHO reference number: WHO/2019-nCoV/IPC\_WASH/2020.2.
29. Shutler JD, Zaraska K, Holding TM, *et al.* Rapid assessment of SARS-CoV-2 transmission risk for fecally contaminated river water. *ACS EST Water*. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsestwater.0c00246>
30. Li RA, McDonald JA, Sathasivan A, *et al.* Disinfectant residual stability leading to disinfectant decay and by-product formation in drinking water distribution systems: A systematic review. *Water Res*. 2019; 153:335–348. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.01.020>
31. Guerrero-Latorre L, Ballesteros I, Villacrés-Granda I, *et al.* SARS-CoV-2 in river water: Implications in low sanitation countries. *Sci Total Environ*. 2020; 743:140832. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140832>
32. Rodriguez DJ, Serrano HA, Delgado A, *et al.* From waste to resource. Water Papers. March 2020. World Bank. DOI: <https://doi.org/10.1596/33436>
33. Voloshenko-Rossin A, Gasser G, Cohen K, *et al.* Emerging pollutants in the Esmeraldas watershed in Ecuador: discharge and attenuation of emerging organic pollutants along the San Pedro–Guayllabamba–Esmeraldas rivers. *Environ Sci Process Impacts*. 2015; 17(1):41–53. DOI: <https://doi.org/10.1039/c4em00394b>
34. Guerrero-Latorre L, Romero B, Bonifaz E, *et al.* Quito's virome: Metagenomic analysis of viral diversity in urban streams of Ecuador's capital city. *Sci Total Environ*. 2018; 645:1334–1343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.213>
35. Rusiñol M, Fernandez-Cassi X, Hundesa A, *et al.* Application of human and animal viral microbial source tracking tools in fresh and marine waters from five different geographical areas. *Water Res*. 2014; 59:119–129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.04.013>
36. Ministerio del Ambiente de Ecuador. 097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria. Registro Oficial. Año III - No 387. Quito, miércoles 4 de noviembre de 2015; 78:6. (In Spanish).
37. Rios-Touma B, Acosta R, Prat N. The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. *Rev Biol Trop*. 2014; 62(Suppl 2):249–273. DOI: <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15791>
38. Randazzo W, Cuevas-Ferrando E, Sanjuán R, *et al.* Metropolitan wastewater analysis for COVID-19 epidemiological surveillance. *Int J Hyg Environ Health*. 2020; 230:113621. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113621>

39. COVID-19 situation in the WHO European Region. Available at: <https://who.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/a19d5d1f86ee4d99b013ee5d5f637232d> Accessed: 1 Sept 2020.
40. Mizumoto K, Kagaya K, Zarebski A, *et al.* Estimating the asymptomatic proportion of coronavirus disease 2019 (COVID-19) cases on board the Diamond Princess cruise ship, Yokohama, Japan, 2020. *Euro Surveill.* 2020; 25(10):2000180. DOI: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.10.2000180>
41. Kimball A, Hatfield KM, Arons M, *et al.* Asymptomatic and presymptomatic SARS-CoV-2 infections in residents of a long-term care skilled nursing facility – King County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020; 69(13):377–381. DOI: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6913e1>
42. Bivins A, North D, Ahmad A, *et al.* Wastewater-based epidemiology: Global collaborative to maximize contributions in the fight against COVID-19. *Environ Sci Technol.* 2020; 54(13):7754–7757. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02388>
43. Franklin AB, Bevins SN. Spillover of SARS-CoV-2 into novel wild hosts in North America: A conceptual model for perpetuation of the pathogen. *Sci Total Environ.* 2020; 733:139358. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139358>
44. Medema G, Heijnen L, Elsinga G, *et al.* Presence of SARS-Coronavirus-2 RNA in sewage and correlation with reported COVID-19 prevalence in the early stage of the epidemic in the Netherlands. *Environ Sci Technol Lett.* 2020; acs.estlett.0c00357. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00357>
45. Ahmed W, Angel N, Edson J, *et al.* First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. *Sci Total Environ.* 2020; 728:138764. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764>
46. La Rosa G, Iaconelli M, Mancini P, *et al.* First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. *Sci Total Environ.* 2020; 736:139652. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139652>
47. Tibbetts J. Combined sewer systems: down, dirty, and out of date. *Environ Health Perspect.* 2005; 113(7):A464–467. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.113-a464>
48. de Man H, van den Berg HHJL, Leenen EJTM, *et al.* Quantitative assessment of infection risk from exposure to waterborne pathogens in urban floodwater. *Water Res.* 2014; 48:90–99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.09.022>
49. Banks D, Karnachuk OV, Parnachev VP, *et al.* Groundwater contamination from rural pit latrines: examples from Siberia and Kosova. *Water Environ J.* 2007; 16(2):147–152. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2002.tb00386.x>
50. Minimum standards in water supply, sanitation and hygiene promotion. In: *The Sphere Project. Humanitarian Charter and minimum standards in humanitarian response.* Rugby, UK: Practical Action Publishing, 2011. Pp. 79–138. Available at: <https://www.unhcr.org/uk/50b491b09.pdf>. Accessed: 1 Sept 2020.
51. Masclaux FG, Hotz P, Gashi D, *et al.* Assessment of airborne virus contamination in wastewater treatment plants. *Environ Res.* 2014; 133:260–265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.06.002>
52. Wigginton KR, Ye Y, Ellenberg RM. Emerging investigators series: the source and fate of pandemic viruses in the urban water cycle. *Environ Sci Water Res Technol.* 2015; 1(6):735–746. DOI: <https://doi.org/10.1039/C5EW00125K>
53. Yu ITS, Qiu H, Tse LA, *et al.* Severe acute respiratory syndrome beyond Amoy Gardens: completing the incomplete legacy. *Clin Infect Dis.* 2014; 58(5):683–686. DOI: <https://doi.org/10.1093/cid/cit797>
54. Regan H, CNN. How can the coronavirus spread through bathroom pipes? Experts are investigating in Hong Kong. February 12, 2020. Available at: <https://edition.cnn.com/2020/02/12/asia/hong-kong-coronavirus-pipes-intl-hnk/index.html>. Accessed: 1 Sept 2020.
55. Press Trust of India. INDIA TODAY. Kapashera hot spot: No space for social-distancing in cramped rooms, common toilets. New Delhi. May 3, 2020. Available at: <https://www.indiatoday.in/india/story/kapashera-hot-spot-no-space-for-social-distancing-in-cramped-rooms-common-toilets-1673968-2020-05-03>. Accessed: 1 Sept 2020.

Статья получена: 18.01.21  
 Принята в печать: 03.03.21  
 Опубликовано: 31.03.21

