

РОССИЙСКИЙ ВЕСТНИК ГИГИЕНЫ

НАУЧНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Н. Н. БУРДЕНКО
И РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬНОГО
МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Н. И. ПИРОГОВА

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР Ольга Милушкина, член-корр. РАН, д. м. н., профессор

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Валерий Попов, член-корр. РАН, д. м. н., профессор

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР Наталья Скоблина, д. м. н., профессор

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ Екатерина Мелихова, к. б. н., доцент

ЗАВЕДУЮЩИЙ РЕДАКЦИЕЙ Анна Кириллова

РЕДАКТОР Надежда Тихомирова

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР Анна Кириллова

ПЕРЕВОДЧИК Надежда Тихомирова, Вячеслав Витюк

ВЕРСТКА И ДИЗАЙН Мария Круглова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. В. Аверьянова, д. б. н., профессор ДВО РАН (Магадан, Россия)
А. В. Авчинников, д. м. н., профессор (Смоленск, Россия)
И. Э. Александрова, д. м. н. (Москва, Россия)
А. В. Богомолов, д. т. н., профессор (Москва, Россия)
Е. С. Богомоллова, д. м. н., профессор (Нижний Новгород, Россия)
М. Ю. Гаврюшин, к. м. н., доцент (Самара, Россия)
Д. О. Горбачев, д. м. н., доцент (Самара, Россия)
Е. О. Гузик, д. м. н., профессор (Минск, Беларусь)
Ж. В. Гудинова, д. м. н., профессор (Омск, Россия)
А. А. Дементьев, д. м. н., доцент (Рязань, Россия)
Ю. Ю. Елисеев, д. м. н., профессор (Саратов, Россия)
Н. В. Ефимова, д. м. н., профессор (Ангарск, Россия)
В. Ю. Иванов, д. м. н. (Москва, Россия)
Н. И. Латышевская, д. м. н., профессор (Волгоград, Россия)
С. П. Левушкин, д. б. н., профессор (Москва, Россия)
Г. М. Насыбуллина, д. м. н., профессор (Екатеринбург, Россия)
И. И. Новикова, д. м. н., профессор (Новосибирск, Россия)

Н. В. Пац, к. м. н., доцент (Гродно, Беларусь)
О. В. Сазонова, д. м. н., профессор (Самара, Россия)
Н. П. Сетко, д. м. н., профессор (Оренбург, Россия)
Н. В. Соколова, д. б. н., профессор (Воронеж, Россия)
А. В. Сухова, д. м. н. (Москва, Россия)
Н. В. Тапешкина, д. м. н., доцент (Новокузнецк, Россия)
А. В. Тарасов, к. м. н., доцент (Калининград, Россия)
И. Ю. Тармаева, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
М. И. Тимерзянов, д. м. н., доцент (Казань, Россия)
С. А. Токарев, д. м. н. (Надым, Россия)
Л. В. Транковская, д. м. н., профессор (Владивосток, Россия)
Д. М. Федотов, к. м. н., доцент (Архангельск, Россия)
Х. Х. Хамидулина, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
А. В. Шулаев, д. м. н., профессор (Казань, Россия)
О. Ю. Шик, к. м. н., доцент (Красноярск, Россия)
Н. З. Юсупова, д. м. н., доцент (Казань, Россия)
О. И. Янушанец, д. м. н., с. н. с. (Санкт-Петербург, Россия)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

И. В. Бухтияров, академик РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
М. Ф. Вильк, академик РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
Даниэла Д'Алессандро, профессор (Рим, Италия)
В. А. Капцов, член-корр. РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
В. Р. Кучма, член-корр. РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
Лоренцо Капассо, профессор (Кьети, Италия)
Д. Б. Никитюк, академик РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
Ю. П. Пивоваров, академик РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
В. Н. Ракитский, академик РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)

И. К. Романович, академик РАН, д. м. н., профессор (Санкт-Петербург, Россия)
Н. В. Русаков, академик РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
А. С. Самойлов, член-корр. РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
О. О. Сеницына, член-корр. РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
В. А. Тутельян, академик РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
И. Б. Ушаков, академик РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
С. А. Хотимченко, член-корр. РАН, д. м. н., профессор (Москва, Россия)
М. И. Чубирко, д. м. н., профессор (Воронеж, Россия)
А. П. Щербо, член-корр. РАН, д. м. н., профессор (Санкт-Петербург, Россия)

ПОДАЧА РУКОПИСЕЙ <https://rbh.rsmu.press/>

СОТРУДНИЧЕСТВО kirillova_av4@rsmu.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ ул. Островитянова, д.1, г. Москва, 119997, Россия

Журнал включен в РИНЦ. IF 2018: 0,5

Здесь находится открытый архив журнала



DOI выпуска: 10.24075/rbh.2025-04

Свидетельство о регистрации средства массовой информации серия ПИ № ФС77-80908 от 21 апреля 2021 г.

Учредители: Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко (Воронеж, Россия);

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова (Москва, Россия)

Издатель: Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова; адрес: 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д.1, тел.: 8 (495)434-03-29

Журнал распространяется по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International www.creativecommons.org



Подписано в печать 31.12.2025
Тираж 100 экз. Отпечатано в типографии PrintFormula
www.print-formula.ru

RUSSIAN BULLETIN OF HYGIENE

SCIENTIFIC MEDICAL JOURNAL

FOUNDED BY: BURDENKO VORONEZH STATE MEDICAL UNIVERSITY AND
PIROGOV RUSSIAN NATIONAL RESEARCH MEDICAL UNIVERSITY

EDITOR-IN-CHIEF Olga Milushkina, corr. member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF Valery Popov, corr. member of RAS, DSc (Med), professor (Voronezh, Russia)

SCIENCE EDITOR Natalya Skoblina, DSc (Med), professor

EXECUTIVE EDITOR Yekaterina Melikhova, Csc (Biol), associate professor

EDITORIAL COORDINATOR Anna Kirillova

EDITOR Nadezhda Tikhomirova

TECHNICAL EDITOR Anna Kirillova

TRANSLATOR Nadezhda Tikhomirova, Vyacheslav Vityuk

DESIGN Maria Kruglova

ASSOCIATE EDITORS

Averyanova IV, DSc (Biol), professor (Magadan, Russia)
Avchinnikov AV, DSc (Med), professor (Smolensk, Russia)
Alexandrova IE, DSc (Med), (Moscow, Russia)
Bogomolov AV, DSc (Tech), professor (Moscow, Russia)
Bogomolova ES, DSc (Med), professor (Nizhni Novgorod, Russia)
Gavryushin MYu, CSc (Med), associate professor (Samara, Russia)
Gorbachev DO, DSc (Med), associate professor (Samara, Russia)
Guzik YeO, DSc (Med), professor (Minsk, Belarus)
Gudinova ZhV, DSc (Med), professor (Omsk, Russia)
Dementiyev AA, DSc (Med), associate professor (Ryazan, Russia)
Eliseev YuYu, DSc (Med), professor (Saratov, Russia)
Efimova NV, DSc (Med), professor (Angarsk, Russia)
Ivanov VYu, DSc (Med), (Moscow, Russia)
Latyshevskaya NI, DSc (Med), professor (Volgograd, Russia)
Levushkin SP, DSc (Biol), professor (Moscow, Russia)
Nasybullina GM, DSc (Med), professor (Yekaterinburg, Russia)
Novikova II, DSc (Med), professor (Novosibirsk, Russia)

Patz NV, CSc (Med), associate professor (Grodno, Belarus)
Sazonova OV, DSc (Med), professor (Samara, Russia)
Setko NP, DSc (Med), professor (Orenburg, Russia)
Sokolova NV, DSc (Biol), professor (Voronezh, Russia)
Sukhova AV, DSc (Med), (Moscow, Russia)
Tapeshkina NV, DSc (Med), associate professor (Novokuznetsk, Russia)
Tarasov AV, CSc (Med), associate professor (Kaliningrad, Russia)
Tarmaeva IYu, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Timerzyanov MI, DSc (Med), associate professor (Kazan, Russia)
Tokarev SA, DSc (Med), (Nadym, Russia)
Trankovskaya LV, DSc (Med), professor (Vladivostok, Russia)
Fedotov DM, CSc (Med), associate professor (Arkhangelsk, Russia)
Khamidulina KK, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Shulayev AV, DSc (Med), professor (Kazan, Russia)
Shik OYu, CSc (Med), associate professor (Krasnoyarsk, Russia)
Yusupova NZ, DSc (Med), associate professor (Kazan, Russia)
Yanushanets OI, DSc (Med), (Saint-Petersburg, Russia)

EDITORIAL BOARD

Bukhtiyarov IV, member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Vilk MF, member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Daniela D'Alessandro, professor (Rome, Italy)
Kaptsov VA, corr. member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Kuchma VR, corr. member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Lorenzo Capasso, professor (Chieti, Italy)
Nikityuk DB, member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Pivovarov YuP, member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Rakitskiy VN, member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)

Romanovich IK, member of RAS, DSc (Med), professor (Saint-Petersburg, Russia)
Rusakov NV, member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Samoilov AS, corr. member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Sinitsyna OO, corr. member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Tuteliyan VA, member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Ushakov IB, member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Khotimchenko SA, corr. member of RAS, DSc (Med), professor (Moscow, Russia)
Chubirko MI, DSc (Med), professor (Voronezh, Russia)
Shcherbo AP, corr. member of RAS, DSc (Med), professor (Saint-Petersburg, Russia)

SUBMISSION <https://rbh.rsmu.press/>

COLLABORATION kirillova_av4@rsmu.ru

ADDRESS Ostrovityanov St. 1, Moscow, 119997, Russia

Indexed in RSCI. IF 2018: 0,5

Open access to archive



Issue DOI: 10.24075/rbh.2025-04

The mass media registration certificate PI series № FS77-80908 dated April 21, 2021

Founders: Burdenko Voronezh State Medical University (Voronezh, Russia)

Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia).

Publisher: Pirogov Russian National Research Medical University; address: Ostrovityanov Street 1, Moscow 119997 Russia

The journal is distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License www.creativecommons.org



Approved for print 31.12.2025
Circulation: 100 copies. Printed by Print.Formula
www.print-formula.ru

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

4

Оценка гармоничности физического развития школьников новых Российских территорий

В. А. Парамонова, Н. В. Чудинин, Н. А. Скоблина, А. А. Дементьев, В. Р. Семичева, А. А. Татаринчик

Assessment of physical development harmonicity in schoolchildren from the new Russian territories

Paramonova VA, Chudinin NV, Skoblina NA, Dementiev AA, Semicheva VR, Tatarinchik AA

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

9

Опыт использования дистанционного обучения по программам «Гигиена и санитария» и «Гигиеническое воспитание» в постдипломном образовании

О. Г. Богданова

Experience in delivering "Hygiene and sanitation" and "Hygienic education" programs to postgraduate students via distance learning

Bogdanova OG

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

15

Сравнительная оценка заболеваемости злокачественными новообразованиями тела матки женщин, проживающих на экологически неблагополучных территориях (2000–2019 гг.)

А. Е. Крюкова, А. В. Корсаков, В. П. Трошин, О. Ю. Милушкина, Ю. П. Пивоваров, В. В. Королик

Comparison of uterine body cancer incidence among women living in environmentally disadvantaged areas (2000–2019)

Kryukova AE, Korsakov AV, Troshin VP, Milushkina OYu, Pivovarov YuP, Korolik VV

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

23

Оценка влияния использования цифровых устройств на показатели психомоторных функций у младших школьников

П. И. Храмцов, А. М. Курганский, Н. О. Березина, Е. В. Антонова, А. Ю. Краева

Assessment of the effects of using digital devices on psychomotor function indicators in primary school students

Khrantsov PI, Kurgansky AM, Berezina NO, Antonova EV, Krayeva AYU

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

29

Гигиеническая оценка потребления кофе и кофеинсодержащих напитков и их влияния на состояние здоровья молодежи

И. И. Либина, Н. Ю. Черных, Е. П. Мелихова, А. В. Скребнева, М. В. Васильева, И. В. Журавлева

Hygienic assessment of coffee and caffeinated beverage consumption and the impact of those on the health of young adults

Libina II, Chernykh NYu, Melikhova EP, Skrebneva AV, Vasilyeva MV, Zhuravleva IV

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

35

Гигиеническая оценка реализации федерального проекта «Чистый воздух» в промышленных центрах Кузбасса

А. В. Бачина, Е. В. Коскина, Л. А. Глебова

Hygienic assessment of atmospheric air in Kuzbass industrial centers as part of the "Clean Air" federal project

Bachina AV, Koskina EV, Glebova LA

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

44

Анализ инфекционной заболеваемости детей разного возраста с целью разработки программ гигиенического воспитания

В. П. Крылов

Analysis of infectious disease rate in children of different ages aimed at developing hygiene

Krylov VP

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

50

Динамика умственной работоспособности школьников в условиях неблагоприятных показателей микроклимата и углекислого газа в помещениях

М. А. Лобкис, И. И. Новикова, С. П. Романенко, А. В. Сорокина

Dynamics of mental performance in schoolchildren under poor indoor climate conditions and elevated carbon dioxide levels

Lobkis MA, Novikova II, Romanenko SP, Sorokina AV

ОЦЕНКА ГАРМОНИЧНОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ НОВЫХ РОССИЙСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

В. А. Парамонова¹✉, Н. В. Чудинин¹, Н. А. Скоблина², А. А. Дементьев¹, В. Р. Семичева¹, А. А. Татаринчик²¹ Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Россия² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Важнейшим показателем здоровья детей и подростков является физическое развитие — «инструмент контроля за состоянием здоровья ребенка». Целью исследования было изучить гармонию физического развития школьников новых территорий Российской Федерации. В исследовании были использованы антропометрические данные (длина и масса тела) школьников в возрасте от 7 до 17 лет Донецкой Народной Республики (4004 чел.) и Херсонской области (2902 чел.). Более 60% школьников ДНР имели гармоничное физическое развитие, при этом наименьшее число гармонично развитых детей наблюдалось в возрастных группах 11–14 лет (58,4% мальчиков и 56,6% девочек); более 50% школьников Херсонской области имели гармоничное физическое развитие, при этом наименьшее число гармонично развитых детей выявлено в возрастных группах 11–14 лет (43,1% мальчиков и 45,3% девочек). Выявлены значимые различия в формировании относительного риска дисгармоничного физического развития между мальчиками 7–10 и 11–14 лет в ДНР и Херсонской области ($\chi^2 = 21,6$, $p < 0,001$ и $\chi^2 = 59,328$, $p < 0,001$ соответственно), а также между девочками в тех же возрастных группах ($\chi^2 = 14,383$, $p < 0,001$ и $\chi^2 = 11,843$, $p < 0,001$). Показатели относительного риска школьников ДНР и Херсонской области свидетельствуют о наличии прямой связи между территориями и вероятностью дисгармоничного физического развития. Проведенный корреляционный анализ и расчет относительного риска позволили установить «критические группы» школьников 11–14 лет, в которых наблюдается наибольшее число детей с дисгармоничным физическим развитием.

Ключевые слова: физическое развитие, региональные шкалы регрессии, новые российские территории, школьники**Вклад авторов:** В. А. Парамонова — разработка концепции исследования, сбор первичного материала и обработка результатов исследования, написание текста; Н. В. Чудинин — статистическая обработка; А. А. Дементьев, Н. А. Скоблина — редактирование текста; В. Р. Семичева, А. А. Татаринчик — сбор первичного материала, статистическая обработка.**Соблюдение этических стандартов:** исследование одобрено локальным этическим комитетом РНИМУ имени Н. И. Пирогова (протокол № 239 от 15.04.2024) и проведено согласно общепринятым научным принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (ред. 2013 г.).✉ **Для корреспонденции:** Валентина Александровна Парамонова
Славянский проспект, д. 6, г. Рязань, 390035, Россия; vparamonova2005@yandex.ru**Статья получена:** 03.12.2024 **Статья принята к печати:** 12.10.2025 **Опубликована онлайн:** 04.12.2025**DOI:** 10.24075/rbh.2025.142**Авторские права:** © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ASSESSMENT OF PHYSICAL DEVELOPMENT HARMONICITY IN SCHOOLCHILDREN FROM THE NEW RUSSIAN TERRITORIES

Paramonova VA¹✉, Chudinin NV¹, Skoblina NA², Dementiev AA¹, Semicheva VR¹, Tatarinchik AA²¹ Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Physical development is the most important indicator of the health of children and adolescents, since it enables monitoring thereof. This study aimed to assess the harmonicity of physical development in schoolchildren living in the new territories of the Russian Federation. We used the anthropometric data (body length and weight) of schoolchildren aged 7 to 17 years from the Donetsk People's Republic (DPR; 4004 people) and the Kherson region (2902 people). More than 60% of schoolchildren from the DPR had harmonious physical development, and the least number of harmoniously developed children was observed in the age groups of 11–14 years (58.4% of boys and 56.6% of girls); as for the Kherson region, the physical development was harmonious in more than 50% of schoolchildren therefrom, and lowest number of harmoniously developed children was found in the age groups of 11–14 years (43.1% boys and 45.3% of girls). We identified significant differences in the appearance of the relative risk of disharmonious physical development between boys aged 7–10 and 11–14 years in the DPR and the Kherson region ($\chi^2 = 21.6$, $p < 0.001$ and $\chi^2 = 59.328$, $p < 0.001$, respectively), as well as between girls of the same age groups ($\chi^2 = 14.383$, $p < 0.001$ and $\chi^2 = 11.843$, $p < 0.001$). These relative risk figures indicate that there is a direct link between the territories and the likelihood of disharmonious physical development. The correlation analysis and the calculation of relative risk yielded determination of the critical groups among schoolchildren aged 11–14 in which the number of children developed disharmoniously was the largest.

Keywords: physical development, regional regression scales, new Russian territories, schoolchildren**Author contribution:** Paramonova VA — development of the study concept, collection of the primary material, processing of the research results, text authoring; Chudinin NV — statistical processing; Dementiev AA, Skoblina NA — text editing; Semicheva VR, Tatarinchik AA — collection of the primary material, statistical processing.**Compliance with ethical standards:** the study was approved by the local Ethics Committee of the Pirogov Russian National Research Medical University (Minutes No. 239 of 15 April 2024) and conducted in accordance with generally accepted scientific principles of the Declaration of Helsinki (revision of 2013).✉ **Correspondence should be addressed:** Valentina A. Paramonova
Slavyansky Prospekt, 6, Ryazan, 390035, Russia; vparamonova2005@yandex.ru**Received:** 03.12.2024 **Accepted:** 12.10.2025 **Published online:** 04.12.2025**DOI:** 10.24075/rbh.2025.142**Copyright:** © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Одним из важнейших показателей здоровья детей и подростков является физическое развитие — «инструмент контроля за состоянием здоровья ребенка» [1, 2]. Степень гармоничности физического развития отражает сбалансированность процессов роста и развития, характеризует активность метаболизма в процессе взаимодействия организма и среды в любом возрастном периоде [1, 2]. В качестве базовых критериев изучения физического развития используют антропометрические данные [1, 2]. Дальнейшую оценку антропометрических показателей проводят путем сравнения полученных при измерении фактических величин со стандартами — региональными, национальными, международными. По мнению большинства специалистов, следует отдавать предпочтение региональным нормативам, так как они учитывают особенности конкретной территории (климатогеографические, этнические, экологические, социально-экономические и др.) [3, 4].

30 сентября 2022 г. были подписаны международные договоры о включении новых регионов в перечень субъектов Российской Федерации (РФ). В связи с этим физическое развитие детей и подростков новых российских территорий представляет интерес как для науки, так и для практического здравоохранения [5].

Целью исследования было изучить гармоничность физического развития школьников новых территорий РФ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использовали антропометрические данные (длину и массу тела) 6906 школьников в возрасте от 7 до 17 лет из Донецкой Народной Республики (ДНР) (4004 чел.) и Херсонской области (2902 чел.). Антропометрические данные были получены путем выкопировки из официальной медицинской документации (карт профилактического медицинского осмотра несовершеннолетних (форма № 030-П/О/у-17)). Школьников разделили на три возрастных периода: 7–10 лет, 11–14 лет и 15–17 лет с учетом принятой в РФ возрастной периодизации. Оценка физического развития школьников проводили с использованием региональных возрастнo-половых модифицированных шкал регрессии массы тела по длине тела [6, 7]. По итогам исследования было дано заключение о гармоничности (дисгармоничности) физического развития школьников новых российских территорий [6, 7].

Для статистической обработки полученного материала использовали пакет прикладных программ Statistica 13 (StatSoft; США) и электронную таблицу Excel 2016 (Microsoft; США). Математический анализ данных предполагал вычисление статистических показателей с применением описательной статистики. Поскольку анализируемые показатели атрибутивные и измерены в номинальной шкале, для их представления выполняли расчет доли (доли встречаемости изучаемого показателя в выборке) и ее 95%-х доверительных интервалов, которые были рассчитаны методом Уилсона. Для анализа атрибутивных данных, измеренных в номинальной шкале, применяли анализ четырехпольных таблиц сопряженности с расчетом критерия хи-квадрат Пирсона (χ^2), а также расчет относительного риска (ОР) и его 95%-го доверительного интервала. Критический уровень значимости всех используемых статистических методов (критериев): $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Более 60% школьников в ДНР имели гармоничное физическое развитие, при этом наименьшее число

гармонично развитых детей наблюдалось в возрастной группе 11–14 лет (58,4% мальчиков и 56,6% девочек) (табл.).

Более 50% школьников Херсонской области имели гармоничное физическое развитие, при этом наименьшее число гармонично развитых детей выявлено в возрастной группе 11–14 лет (43,1% мальчиков и 45,3% девочек).

Дисгармоничное физическое развитие в группе 7–10 лет в ДНР обусловлено малой длиной тела (у 14,3% мальчиков и 16,2% девочек), что может свидетельствовать о возможной задержке биологического развития. В группе 11–14 лет оно обусловлено избытком массы тела (у 18,3% мальчиков и 18,7% девочек). В группе 15–17 лет дисгармоничное физическое развитие обусловлено дефицитом массы тела у мальчиков (25,5%) и избытком массы тела у девочек (15,0%).

Дисгармоничное физическое развитие в группе 7–10 лет в Херсонской области обусловлено избытком массы тела у мальчиков (21,6%) и дефицитом массы тела у девочек (16,3%). В группе 11–14 лет оно обусловлено избытком массы тела у мальчиков (28,0%) и дефицитом массы тела у девочек (19,7%). В группе 15–17 лет дисгармоничное физическое развитие обусловлено избытком массы тела (у 20,8% мальчиков и 15,8% девочек).

При оценке сопряженности возрастных групп в ДНР и расчете ОР дисгармоничного развития выявлены значимые различия между школьниками мужского пола 7–10 и 11–14 лет ($\chi^2 = 9,841$, $p < 0,05$), а также школьниками в возрасте 11–14 и 15–17 лет ($\chi^2 = 6,272$, $p < 0,05$). ОР дисгармоничного физического развития у мальчиков ДНР в возрастной группе 11–14 лет превышал таковой в других возрастных группах в 1,3 и 1,2 раза соответственно (ОР = 1,308 (1,104–1,551) и ОР = 1,248 (1,047–1,489)), тогда как у девочек 11–14 лет он также был в 1,3 раза выше, чем в группе 15–17 лет (ОР = 1,423 (1,171–1,722)).

В Херсонской области выявлены значимые половые различия ОР дисгармоничного физического развития у школьников 11–14 и 15–17 лет ($\chi^2 = 13,044$, $p < 0,001$ и $\chi^2 = 16,618$, $p < 0,01$ соответственно). ОР у мальчиков и девочек 11–14 лет был выше, чем в группе 15–17 лет в 1,2 и 1,4 раза соответственно (ОР = 1,248 (1,047–1,489), ОР = 1,403 (1,155–1,706)).

При оценке ОР дисгармоничного физического развития у школьников и школьниц одного возраста в ДНР и Херсонской области установлено, что пол как фактор риска развития дисгармоничности не имеет существенного значения.

Выявлены значимые различия в формировании ОР дисгармоничного физического развития между мальчиками 7–10 и 11–14 лет в ДНР и Херсонской области ($\chi^2 = 21,6$, $p < 0,001$ и $\chi^2 = 59,328$, $p < 0,001$ соответственно), а также между девочками в аналогичных возрастных группах ($\chi^2 = 14,383$, $p < 0,001$ и $\chi^2 = 11,843$, $p < 0,001$). Показатели ОР школьников ДНР и Херсонской области свидетельствуют о наличии прямой связи между территориями и вероятностью дисгармоничного физического развития. Так, у мальчиков 7–10 и 11–14 лет в Херсонской области риск дисгармоничного физического развития превышал таковой в аналогичных возрастных группах в ДНР в 1,5 и 1,4 раза соответственно (ОР = 1,526 (1,278–1,821) и ОР = 1,367 (1,201–1,557)). В Херсонской области у девочек 7–10 и 11–14 лет риск дисгармоничного развития был выше, чем у девочек в ДНР в 1,4 и 1,3 раза соответственно (ОР = 1,407 (1,180–1,677) и ОР = 1,268 (1,109–1,450)).

Таблица. Показатели физического развития школьников Херсонской области и ДНР

Гармоничность физического развития	Возрастные категории	Херсонская область				ДНР			
		Мальчики		Девочки		Мальчики		Девочки	
		Число	Доля (%) (95% ДИ)	Число	Доля (%) (95% ДИ)	Число	Доля (%) (95% ДИ)	Число	Доля (%) (95% ДИ)
Г(Н)ФР	7–10 лет	160	51,6 (46,88–53,94)	163	52,2 (46,71–57,73)	310	68,2 (63,86–72,39)	284	66,0 (61,45–70,36)
	11–14 лет	205	43,1 (38,74–47,63)	172	45,3 (40,89–50,93)	296	58,4 (54,16–62,71)	304	56,9 (52,69–61,06)
	15–17 лет	132	59,7 (53,15–65,98)	124	61,0 (54,23–67,53)	253	68,0 (61,86–71,31)	227	63,2 (58,13–68,05)
ДГФР, в том числе	7–10 лет	150	48,3 (42,88–53,94)	149	47,7 (42,27–53,29)	144	31,7 (27,61–36,14)	146	34,0 (29,64–38,55)
	11–14 лет	269	56,0 (52,37–61,26)	207	54,6 (50,14–60,16)	210	41,5 (37,29–45,84)	230	43,1 (38,94–47,31)
	15–17 лет	89	40,3 (34,02–46,85)	79	38,9 (32,47–45,77)	126	33,2 (28,69–38,14)	132	36,8 (31,95–41,87)
ДМТ	7–10 лет	46	14,8 (11,31–19,23)	51	16,3 (12,66–20,85)	29	6,3 (4,48–9,02)	16	10,6 (8,12–13,97)
	11–14 лет	59	12,5 (9,79–15,76)	75	19,7 (16,26–24,34)	59	11,6 (9,15–14,75)	75	14,0 (11,35–17,25)
	15–17 лет	22	9,9 (6,67–14,61)	18	8,8 (5,68–13,58)	20	25,3 (23,44–28,01)	39	10,8 (8,05–14,51)
ИМТ	7–10 лет	67	21,6 (17,39–26,53)	47	15,0 (12,93–19,78)	23	5,0 (3,40–7,49)	13	3,0 (1,78–5,10)
	11–14 лет	132	28,0 (24,06–32,11)	100	18,7 (15,65–22,25)	94	18,3 (15,43–22,2)	100	18,7 (15,65–22,25)
	15–17 лет	46	20,8 (16,98–26,64)	57	15,8 (12,46–20,02)	67	18,0 (14,17–21,84)	57	15,0 (12,46–20,02)
НДТ	7–10 лет	22	7,0 (4,73–10,51)	36	11,5 (8,45–15,56)	65	14,3 (11,39–17,84)	70	16,2 (13,09–20,06)
	11–14 лет	68	14,4 (11,50–17,83)	41	7,6 (5,71–10,23)	39	7,7 (5,69–10,36)	41	7,6 (5,71–10,23)
	15–17 лет	17	7,6 (4,86–11,97)	33	9,1 (6,62–12,63)	20	5,3 (3,44–8,01)	33	9,1 (6,62–12,63)
ВДТ	7–10 лет	15	4,8 (2,95–7,83)	15	4,8 (2,93–7,78)	27	5,9 (4,12–8,51)	17	3,9 (2,48–6,24)
	11–14 лет	8	1,6 (0,86–3,36)	14	2,6 (1,57–4,35)	18	3,5 (2,22–5,55)	14	2,6 (1,57–4,35)
	15–17 лет	4	1,8 (0,71–4,56)	3	0,8 (0,28–2,43)	20	5,3 (3,44–8,01)	3	0,8 (0,28–2,43)

Примечание: Г(Н)ФР — гармоничное (нормальное) физическое развитие; ДГФР — дисгармоничное физическое развитие; ДМТ — дефицит массы тела; ИМТ — избыток массы тела; НДТ — низкая длина тела; ВДТ — высокая длина тела.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Основными антропометрическими показателями, традиционно используемыми в педиатрической практике для оценки уровня физического развития, считают длину и массу тела [1, 2]. Отклонения указанных параметров от возрастных нормативов указывают на необходимость более углубленного обследования, а в дальнейшем планирования и проведения профилактических и оздоровительных программ, в том числе непосредственно в стенах образовательной организации [8].

В популяции детей, подростков и молодежи, рост и развитие которых происходит в благоприятных условиях, доля детей с нормальным (гармоничным) физическим развитием с учетом закона нормального распределения приближается к 68% [9].

Ранее проведенные исследования московских и киевских школьников выявили именно такое количество школьников с нормальным физическим развитием [10].

Однако в данном исследовании выявлена достаточно большая доля школьников с дисгармоничным физическим развитием в исследованных регионах.

По данным литературы, задержка биологического развития различного генеза в детском возрасте независимо от пола отмечена в 2–3% случаев. При этом высокая распространенность избыточной массы тела и ожирения среди детского населения (около 27,1%) вызывает беспокойство как у отечественных, так и у зарубежных специалистов [11–16].

В нашем исследовании в ДНР в группе 7–10 лет у 14,3% мальчиков и 16,2% девочек выявлено дисгармоничное физическое развитие за счет низкой длины тела, что может свидетельствовать о возможной задержке биологического развития.

Избыток массы тела в качестве основной причины дисгармоничного физического развития преобладал у школьников мужского пола во всех возрастных группах

Херсонской области (21,6, 28,0 и 20,8% соответственно) и в возрастной группе 11–14 лет у мальчиков ДНР (18,3%), а также у девочек Херсонской области в возрасте 15–17 лет (15,8%) и девочек ДНР в возрасте 11–14 лет и 15–17 лет (18,7 и 15,0% соответственно).

Дефицит массы тела встречался реже и был более характерен для старшей возрастной группы мальчиков ДНР (25,3%), а также для младшей и средней возрастных групп девочек Херсонской области (16,3 и 19,7% соответственно).

Проведенный корреляционный анализ и расчет ОР показал, что возраст повлиял на формирование дисгармоничности в возрастной группе 11–14 лет независимо от пола и территории проживания, что сопоставимо с результатами других исследований, ведь в этом возрастном периоде происходят стремительное развитие и перестройка всего организма вследствие полового созревания [1, 2]. Наибольший риск формирования дисгармоничного развития приходится на возраст 11–14 лет, который является сенситивным периодом и совпадает с началом пубертатного периода и с наиболее активными изменениями в организме подростка.

Многолетний анализ динамики физического развития детей и подростков свидетельствует о прямой зависимости состояния их здоровья от экологических и социально-экономических факторов, действующих на территории проживания [17]. В ходе проведенного исследования выявлены различия между исследованными территориями —

показатели дисгармоничного физического развития школьников Херсонской области превышали таковые в ДНР. При этом корреляционный анализ и ОР свидетельствуют о наличии прямой связи между территориями и вероятностью дисгармоничного физического развития в младших и средних возрастных группах.

В настоящее время в научной литературе недостаточно информации об уровне физического развития и здоровья детского населения новых территорий РФ. Следовательно, дальнейшие исследования в данном направлении помогут практическому здравоохранению в планировании научно-обоснованных профилактических мероприятий. Необходимо дальнейшее проведение исследований детей, подростков и молодежи на новых территориях [18].

ВЫВОДЫ

Таким образом, изучение уровня физического развития школьников новых российских территорий с использованием региональных возрастно-половых модифицированных шкал регрессии массы тела по длине тела позволило выявить отклонения в физическом развитии (низкая длина, избыточная и недостаточная масса тела), а проведенный корреляционный анализ и расчет относительного риска — установить «критические группы» школьников 11–14 лет, в которых наблюдается наибольшее число лиц с дисгармоничным физическим развитием.

Литература

1. Кучма В. Р., Милушкина О. Ю., Скоблина Н. А. Морфофункциональное развитие современных школьников. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018; 352 с.
2. Кучма В. Р., Скоблина Н. А., Милушкина О. Ю., Гудинова Ж. В., Бокарева Н. А., Гаврюшин М. Ю. и др. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Учебное пособие. Выпуск VII. Литтерра, 2019; 176 с.
3. Кузмичев Ю. Г., Богомолова Е. С., Калюжный Е. А., Шапошникова М. В., Бадеева Т. В. и др. Информативность региональных и международных стандартов оценки длины и массы тела детей и подростков. Медицинский альманах. 2015; 2 (37): 83–6.
4. Сазонова О. В., Гаврюшин М. Ю., Бородин Л. М., Горбачев Д. О., Фролова О. В. и др. Гигиеническое обоснование методики разработки региональных нормативов физического развития детей и подростков. Самара: Самарский государственный медицинский университет, 2021; 200 с.
5. Жуков О. Ф., Скоблина Н. А., Татаринчик А. А., Сечин Д. И., Платонова Р. И. Физическое развитие школьников, проживающих в новых субъектах Российской Федерации. Теория и практика физической культуры. 2024; (1): 45–7.
6. Никиток Д. Б., Попов В. И., Скоблина Н. А., Милушкина О. Ю., Левушкин С. П., Жуков О. Ф. и др. Нормативы для оценки физического развития детей и подростков Российской Федерации: учебное пособие для врачей в 2 частях. Ч. 1. М.: Научная книга, 2023; 430 с.
7. Никиток Д. Б., Попов В. И., Скоблина Н. А., Милушкина О. Ю., Левушкин С. П., Жуков О. Ф. и др. Нормативы для оценки физического развития детей и подростков Российской Федерации: учебное пособие для врачей в 2 частях. Ч. 2. М.: Научная книга, 2023; 446 с.
8. Кучма В. Р., Милушкина О. Ю., Бокарева Н. А., Скоблина Н. А. Современные направления профилактической работы в образовательных организациях. Гигиена и санитария. 2014; 93 (6): 107–11.
9. Skoblina NA, Popov VI, Larentis O, Licata M, Skoblina EV. Economics and Human Biology. Active acceleration in pediatric growth and development: explanation provided by economic theory. *Medicina Historica*. 2022; 6 (S1): 2022032.
10. Кучма В. Р., Скоблина Н. А., Платонова А. Г. Физическое развитие московских и киевских школьников. Гигиена и санитария. 2011; (1): 75–8.
11. Попов В. И. Гигиеническая характеристика подходов, характеризующих возрастные особенности и показатели здоровья детей, подростков и молодежи. Здравоохранение Российской Федерации. 2019; 63 (4): 199–204.
12. Петеркова В. А., Таранушенко Т. Е., Киселева Н. Г., Теплер Е. А., Терентьева О. А. Оценка показателей физического развития в детском возрасте. Медицинский совет. 2016; (07): 28–35.
13. Салдан И. П., Филиппова С. П., Жукова О. В., Швед О. И., Пашков А. П. и др. Современные тенденции в изменениях показателей физического развития детей и подростков (обзорная статья). Бюллетень медицинского науки. 2019; 1 (13): 14–20.
14. Мартинчик А. Н., Лайкам К. Э., Козырева Н. А., Михайлов Н. А., Кешабянц Э. Э. и др. Распространенность избыточной массы тела и ожирения у детей. Вопросы питания. 2022; 3 (3): 64–72.
15. Новикова И. И., Лобкис М. А., Мингазов И. Ф., Сорокина А. В., Попов В. И. Особенности динамики заболеваемости ожирением и сопутствующими хроническими заболеваниями среди населения Воронежской области. Российский вестник гигиены. 2025; (1): 25–30. DOI: 10.24075/rbh.2025.121.
16. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2024; 403 (10431): 1027–50. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)02750-2.
17. Попов В. И., Ушаков И. Б., Левушкин С. П., Жуков О. Ф., Скоблина Н. А. Многолетняя динамика физического развития детей в России. Экология человека. 2022; 29 (2): 119–28.
18. Володин А. А., Приступа Е. Н. Оценка физического развития детей из Донецкой Народной Республики в сравнении с детьми других регионов на основе антропометрических и функциональных показателей. Теория и практика физической культуры. 2025; (3): 40–2.

References

1. Kuchma VR, Milushkina OJu, Skobolina NA. Morfofunkcional'noe razvitie sovremennykh shkol'nikov. M.: GJeOTAR-Media, 2018; 352 p. (in Rus.).
2. Kuchma VR, Skobolina NA, Milushkina OJu, Gudinova ZhV, Bokareva NA, Gavryushin MJu, et al. Fizicheskoe razvitie detej i podrostkov Rossijskoj Federacii. Uchebnoe posobie. Vypusk VII. Litterra, 2019; 176 p. (in Rus.).
3. Kuzmichev JuG, Bogomolova ES, Kaljuzhnyj EA, Shaposhnikova MV, Badeeva TV, et al. Informativnost' regional'nyh i mezhdunarodnyh standartov ocenki dliny i massy tela detej i podrostkov. Medicinskij al'manah. 2015; 2 (37): 83–6 (in Rus.).
4. Sazonova OV, Gavryushin MJu, Borodina LM, Gorbachev DO, Frolova OV, et al. Gigienicheskoe obosnovanie metodiki razrabotki regional'nyh normativov fizicheskogo razvitija detej i podrostkov. Samara: Samariskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, 2021; 200 p. (in Rus.).
5. Zhukov OF, Skobolina NA, Tatarinchik AA, Sechin DI, Platonova RI. Fizicheskoe razvitie shkol'nikov, prozhivajushchih v novykh sub#ektah Rossijskoj Federacii. Teorija i praktika fizicheskoi kul'tury. 2024; (1): 45–7 (in Rus.).
6. Nikitjuk DB, Popov VI, Skobolina NA, Milushkina OJu, Levushkin SP, Zhukov OF, et al. Normativy dlja ocenki fizicheskogo razvitija detej i podrostkov Rossijskoj Federacii: uchebnoe posobie dlja vrachej v 2 chastjah. Ch. 1. M.: Nauchnaja kniga, 2023; 430 p. (in Rus.).
7. Nikitjuk DB, Popov VI, Skobolina NA, Milushkina OJu, Levushkin SP, Zhukov OF, et al. Normativy dlja ocenki fizicheskogo razvitija detej i podrostkov Rossijskoj Federacii: uchebnoe posobie dlja vrachej v 2 chastjah. Ch. 2. M.: Nauchnaja kniga, 2023; 446 p. (in Rus.).
8. Kuchma VR, Milushkina OJu, Bokareva NA, Skobolina NA. Sovremennye napravlenija profilakticheskoi raboty v obrazovatel'nyh organizacijah. Gigiena i sanitarija. 2014; 93 (6): 107–11 (in Rus.).
9. Skobolina NA, Popov VI, Larentis O, Licata M, Skobolina EV. Economics and Human Biology. Active acceleration in pediatric growth and development: explanation provided by economic theory. Medicina Historica. 2022; 6 (S1): 2022032.
10. Kuchma VR, Skobolina NA, Platonova AG. Fizicheskoe razvitie moskovskih i kievskih shkol'nikov. Gigiena i sanitarija. 2011; (1): 75–8 (in Rus.).
11. Popov VI. Gigienicheskaja harakteristika podhodov, harakterizujushchih vozrastnye osobennosti i pokazateli zdorov'ja detej, podrostkov i molodezhi. Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii. 2019; 63 (4): 199–204 (in Rus.).
12. Peterkova VA, Taranushenko TE, Kiseleva NG, Tepper EA, Terenteva OA. Ocenka pokazatelej fizicheskogo razvitija v detskom vozraste. Medicinskij sovet. 2016; (07): 28–35 (in Rus.).
13. Saldan IP, Filippova SP, Zhukova OV, Shved OI, Pashkov AP, et al. Sovremennye tendencii v izmenenijah pokazatelej fizicheskogo razvitija detej i podrostkov (obzornaja stat'ja). Bjulleten' medicinskoj nauki. 2019; 1 (13): 14–20 (in Rus.).
14. Martinchik AN, Lajkam KJe, Kozyreva NA, Mihajlov NA, Keshabjanc JeJe, et al. Rasprostranennost' izbytochnoj massy tela i ozhireniya u detej. Voprosy pitaniya. 2022; 3 (3): 64–72 (in Rus.).
15. Novikova II, Lobkis MA, Mingazov IF, Sorokina AV, Popov VI. Specifics of the dynamics of overweight and concomitant chronic diseases in Voronezh Oblast. Russian Bulletin of Hygiene. 2025; (1): 23–8. DOI: 10.24075/rbh.2025.121.
16. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. Lancet. 2024; 403 (10431): 1027–50. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)02750-2.
17. Popov VI, Ushakov IB, Levushkin SP, Zhukov OF, Skobolina NA. Mnogoletnaja dinamika fizicheskogo razvitija detej v Rossii. Jekologija cheloveka. 2022; 29 (2): 119–28 (in Rus.).
18. Volodin AA, Pristupa EN. Ocenka fizicheskogo razvitija detej iz Doneckoj Narodnoj Respubliki v sravnenii s det'mi drugih regionov na osnove antropometricheskikh i funkcional'nyh pokazatelej. Teorija i praktika fizicheskoi kul'tury. 2025; (3): 40–2 (in Rus.).

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММАМ «ГИГИЕНА И САНИТАРИЯ» И «ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ» В ПОСТДИПЛОМНОМ ОБРАЗОВАНИИ

О. Г. Богданова^{1,2} ✉

¹ Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, Ангарск, Россия

² Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Иркутск, Россия

В актуальных реалиях развития общества растет необходимость использования инновационных преобразований педагогического процесса, в том числе для повышения качества и доступности постдипломного образования. Спецификой современного обучения является широкое использование компьютерной техники, Интернета с возможностью подключения к интеллектуальным информационным системам и технологиям. Такие средства позволяют проводить обучение, когда обучаемый и обучающий разделены значительным географическим расстоянием. Использование телекоммуникаций и сетевых технологий довольно обширно представлено в постдипломном образовании, в том числе для среднего медицинского персонала. Целью исследования было оценить метод дистанционного обучения на очно-заочном цикле повышения квалификации по программам «Гигиена и санитария» и «Гигиеническое воспитание» в постдипломном образовании среднего медицинского персонала. Проведено анкетирование среди 30 респондентов, работающих помощниками врача по общей гигиене. Ключевыми методами исследования были логический анализ, обобщение, систематизация опубликованной информации и осмысление опыта цифровизации. При ранжировании результатов анкетирования первый ранг с наибольшим средним баллом 6,84 (6,77; 6,91) присвоен трем вопросам, касающимся организации цикла повышения квалификации, ясности цели обучения и наполняемости информационным материалом, третий ранг с наименьшим количеством баллов получил вопрос об эффективности дистанционной формы обучения — 5,37 (5,23; 5,51), вместе с тем эта оценка была выше 4-балльного нейтрального уровня. Результаты анкетирования обучающихся позволили предположить, что внедрение дистанционного обучения показывает значительное увеличение мотивации к овладению знаниями, а также возможность сокращения рабочего времени, затрачиваемого на периодическое повышение квалификации специалистов.

Ключевые слова: дистанционное обучение, постдипломное образование, средний медицинский персонал, информационные системы, технологии, эффективность

Соблюдение этических стандартов: все обучающиеся дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

✉ **Для корреспонденции:** Ольга Георгиевна Богданова
12а микрорайон, д. 3, г. Ангарск, Иркутская область, 665826, Россия; olga.bogdanova2001@gmail.com

Статья получена: 10.07.2025 **Статья принята к печати:** 15.11.2025 **Опубликована онлайн:** 10.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.143

Авторские права: © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

EXPERIENCE IN DELIVERING "HYGIENE AND SANITATION" AND "HYGIENIC EDUCATION" PROGRAMS TO POSTGRADUATE STUDENTS VIA DISTANCE LEARNING

Bogdanova OG^{1,2} ✉

¹ East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, Russia

² Irkutsk State Medical Academy for Postgraduate Education (branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education), Irkutsk, Russia

At the current stage of societal development, there is an increasing need to introduce innovative approaches to the pedagogical process to enhance the quality and accessibility of postgraduate education. The specifics of modern education are the widespread use of computer technology and the Internet, which provide connection to intelligent information systems and technologies. Such tools enable training when there is a significant distance between the student and the teacher. Telecommunication and network technologies are well integrated into postgraduate education, including programs for paramedics. This study aimed to evaluate the effectiveness of distance learning in delivering advanced training programs in "Hygiene and Sanitation" and "Hygienic Education" to postgraduate paramedics enrolled in a part-time curriculum. We surveyed 30 general hygiene assistants. The main research methods were logical analysis, generalization, systematization of published information, and reflection on digitalization experience. In the survey ranking, the highest mean score — 6.84 (6.77; 6.91) — was assigned to three questions related to the organization of the advanced training cycle and the clarity of learning goals and content. The lowest score, corresponding to the third rank, was given to the question on the effectiveness of distance learning. Although this question received a mean score of 5.37 (5.23; 5.51), it was still above the neutral level of 4 points. The results of the survey allowed suggesting that the introduction of distance learning significantly increases motivation to learn and reduces the time spent on periodic professional development.

Keywords: distance learning, postgraduate education, paramedical personnel, information systems, technology, efficiency

Compliance with ethical standards: all students gave informed consent to participate in the study.

✉ **Correspondence should be addressed:** Olga G. Bogdanova
12a microdistrict, 3, Angarsk, Irkutsk region, 665826, Russia; olga.bogdanova2001@gmail.com

Received: 10.07.2025 **Accepted:** 15.11.2025 **Published online:** 10.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.143

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации (РФ) на 2017–2030 гг., утвержденная Указом Президента РФ от 09.05.2017 № 203, регламентировала девять основных задач применения информационных и коммуникационных технологий для развития социальной сферы, системы государственного управления, взаимодействия граждан и государства. Среди указанных основных задач есть четыре, которые можно отнести к сфере постдипломного

медицинского образования: реализация проектов по повышению доступности качественных медицинских услуг и медицинских товаров; создание различных технологических платформ для дистанционного обучения в целях повышения доступности качественных образовательных услуг; стимулирование российских организаций в целях обеспечения работникам условий для дистанционной занятости; развитие технологий электронного взаимодействия граждан, организаций,

государственных органов, органов местного самоуправления наряду с сохранением возможности взаимодействия граждан с указанными организациями и органами без применения информационных технологий [1].

Медицинское образование — это процесс обучения «длиною в жизнь», поэтому для поддержания профессиональной компетентности специалисты должны постоянно находиться в процессе повышения, обновления и восстановления знаний. Информационные и коммуникационные технологии становятся мощным инструментом для повышения качества и эффективности образования. В третьем тысячелетии электронное обучение — это уже не альтернатива, а необходимость, которая должна привлекать внимание все большего числа разработчиков и организаторов образовательных программ.

Кроме этого, пандемия COVID-19 повлекла за собой значительные изменения в сфере обучения [2–4]. Поэтому в настоящее время за счет различных информационных и коммуникационных инфраструктур на основе подключения оборудования к информационно-телекоммуникационной сети Интернет, а также интеграции данных программно-аппаратных средств между собой, процесс обучения переходит на принципиально новый уровень [5, 6]. В результате традиционное обучение трансформируется и приобретает новые формы, становится более значительной роль обучающегося: он превращается в активного участника образовательного процесса [7]. Складывается новая парадигма образования, для которой характерны следующие черты: доступность образования из любой точки земного шара, возможность получения образования в течение всей жизни без отрыва от основной деятельности [8]. Используемые инновационные технологии подразумевают анализ через призму синергетики, когда индивид становится ведущим фактором общественного развития, а его индивидуальная активность имеет все более высокую цену [9]. Дистанционное обучение (образование на расстоянии) — одна из форм обучения, представляющая собой целенаправленное и методически организованное руководство учебно-познавательной деятельностью и развитием лиц, находящихся в отдалении от образовательной организации, посредством электронных и телекоммуникационных средств [10].

Целью исследования было оценить метод дистанционного обучения на очно-заочном цикле повышения квалификации по программам «Гигиена и санитария» и «Гигиеническое воспитание» в постдипломном образовании среднего медицинского персонала.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на базе ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» в рамках образовательной деятельности в 2021–2022 гг. Методологическими основами исследования при обработке материала, касающегося особенностей дистанционного обучения на очно-заочном цикле повышения квалификации в постдипломном образовании среднего медицинского персонала, послужили такие методы, как логический анализ, обобщение и систематизация опубликованной информации, а также осмысление опыта цифровизации.

Обучение проводилось по двум программам дополнительного профессионального образования — «Гигиена и санитария» и «Гигиеническое воспитание» объемом 144 часа. Выборка респондентов представлена 30 обучающимися, работающими помощниками врача

по общей гигиене учреждений Роспотребнадзора в Республике Бурятия и Иркутской области. Средний возраст обучающихся курсантов составил 45,26 лет (44,40; 46,13), в группе респондентов преобладали специалисты женского пола — 94,7%. Критерии включения: среднее профессиональное образование по специальности 32.02.01 Медико-профилактическое дело, наличие сертификата специалиста по специальности «Гигиена и санитария», стаж работы по специальности не менее 5 лет.

По окончании обучения курсантам была дана анкета, представленная в табл. 1. Вопросы анкеты подразумевали получение ответов, характеризующих эффективность дистанционного обучения с оценкой по семибалльной шкале. При этом констатация ответа, расположенного в анкете слева, соответствовала 1 баллу. Противоположное этому ответу утверждение располагалось в анкете справа и соответствовало 7 баллам. Все остальные оценки, находившиеся в середине (от 2 до 6 баллов), являлись промежуточными и отражали степень близости к крайним оценкам. Нейтральная оценка соответствовала 4 баллам.

Математическую обработку результатов анкетирования выполняли с помощью Microsoft Excel (Microsoft; США) и статистического программного обеспечения Jamovi version 2.3 (The Jamovi Project; Австралия). Выполнен расчет среднего арифметического (M), стандартной ошибки среднего (SEM), 95% доверительных интервалов с ранжированием полученных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Программа дополнительного профессионального образования очно-заочного цикла повышения квалификации с применением дистанционных технологий «Гигиена и санитария» включала в себя следующие разделы: ведение медицинской документации и организацию деятельности находящегося в распоряжении медицинского персонала, оказание медицинской помощи в экстренной форме, отбор проб и образцов объектов окружающей среды и пищевых продуктов для санитарно-гигиенических исследований и испытаний, проведение санитарно-эпидемиологических исследований и обследований с проведением инструментальных измерений факторов окружающей среды, практическую подготовку, итоговую аттестацию в виде экзамена. Программа «Гигиеническое воспитание» содержала следующие разделы: основы гигиены и эпидемиологии, формирование здорового образа жизни, основы гигиенического воспитания, содержание гигиенического воспитания, работу по гигиеническому воспитанию, формированию здорового образа жизни в учреждениях, практическую подготовку, итоговую аттестацию в виде экзамена. Практическая работа предполагала самостоятельную работу обучающихся по подготовке наглядных форм агитации — мультимедийных презентаций, плакатов, листовок и др. Обучение с применением дистанционных технологий было реализовано в виде видеолекций и онлайн-вебинаров. Контроль знаний осуществляли посредством тестирования. Результаты практической подготовки и самостоятельной работы обучающихся направляли по электронной почте. Качество самостоятельной работы оценивали по нескольким параметрам: актуальность, эстетика, практическая значимость, самостоятельность изложения, творчество и личный вклад, новизна и нестандартность мышления при исследовании темы, соблюдение правил оформления. Качество выполнения самостоятельной работы обсуждали

Таблица 1. Методика оценки эффективности дистанционного обучения

Уровень владения персональным компьютером недостаточный	1	2	3	4	5	6	7	Владение персональным компьютером на профессиональном уровне
Навыки работы в сети Интернет отсутствуют	1	2	3	4	5	6	7	Навыки работы в сети Интернет на профессиональном уровне
При помощи дистанционных технологий обучаться довольно трудно	1	2	3	4	5	6	7	При помощи дистанционных технологий обучаться легко
Наполняемость информационного материала недостаточная	1	2	3	4	5	6	7	Наполняемость информационного материала достаточная
Не понятно, для чего мы обучались	1	2	3	4	5	6	7	Конечная цель обучения ясна и понятна
Фактически я не получил(а) результата	1	2	3	4	5	6	7	Получил(а) хороший результат, обновленные знания буду использовать в своей практической деятельности
С начала и до конца курсов повышения квалификации чувствовал(а) себя неуютно	1	2	3	4	5	6	7	В процессе обучения сначала чувствовал(а) себя неуютно, но затем мое состояние улучшилось
С начала и до конца курсов повышения квалификации чувствовал(а) себя неуверенно, как посторонний	1	2	3	4	5	6	7	В процессе обучения чувствовал(а) себя уверенно, был(а) полноправным членом
На мой взгляд, наиболее эффективная традиционная форма обучения	1	2	3	4	5	6	7	На мой взгляд, наиболее эффективная дистанционная форма обучения
В целом оцениваю организацию дистанционного обучения неудовлетворительно	1	2	3	4	5	6	7	В целом оцениваю организацию дистанционного обучения хорошо

на очных занятиях, носящих обучающий и рекомендательный характер, там же разбирали ошибки.

В ходе обучения курсанты должны получить не только базовые знания и набор полезных навыков, но и умение воспринимать и осваивать новые знания. Образование должно формировать у человека способность к творчеству. Оптимальным вариантом активации творческого потенциала у обучаемого курсанта является организация самостоятельной работы. В качестве примера можно привести подготовку наглядных форм агитации в виде мультимедийных презентаций с использованием программы Power Point, которая, несомненно, дает определенные преимущества:

- цель самостоятельной работы обучающихся курсантов согласуется с практической необходимостью;
- устранение возникающих противоречий между абстрактным характером образовательного процесса и реальным характером профессиональной деятельности;
- систематизация полученных знаний, их принадлежность к разным программам;
- широкий охват проблем и глубину их осмысления в процессе подготовки;
- соответствие логике профессиональной деятельности, включение социального взаимодействия, подготовку обучаемого к профессиональному общению;
- содействие большей вовлеченности обучаемых, так как самостоятельная подготовка наглядного материала насыщена обратной связью, причем более содержательной по сравнению с применяемой в автоматизированных системах проверки знаний;
- формирование стереотипа профессиональной деятельности, коррекция самооценки, проявление личности обучаемого;
- провоцирование включения рефлексивных процессов с предоставлением возможности для интерпретации и осмысления полученных результатов.

Преподаватель, определив цель и задание, сформировал условия самостоятельной работы, обозначает общую схему и порядок действия обучающихся. При этом подготовка материалов по актуальным гигиеническим проблемам в рамках самостоятельной работы обучающегося курсанта впоследствии должна использоваться в практической деятельности помощника врача по общей гигиене с учетом полученных навыков. Для выполнения

самостоятельной работы обучающийся использует многочисленные теоретические и практические подходы. Самостоятельную работу выполняют в конце курса обучения, когда обучающийся уже освоил курс и обновил знания теоретического материала основных разделов гигиенического воспитания и общей гигиены в форме видеолекций, размещенных в сети Интернет. Кроме того, в процессе подготовки самостоятельной работы обучающиеся использовали ранее приобретенный опыт практической деятельности, связанной с проведением профилактических мероприятий в соответствии с главой 10 Федерального закона «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ. [11]

После получения от обучающихся курсантов результатов анкетирования был рассчитан средний балл для всех параметров, представленных в табл. 2.

При ранжировании результатов анкетирования первый ранг с наибольшим средним баллом 6,84 присвоен трем вопросам, касающимся организации цикла повышения квалификации (6,77; 6,91), ясности цели обучения и наполняемости информационным материалом (6,80; 6,88). Средний показатель удовлетворенности курсантов фактическим результатом составил 6,63 (6,55; 6,71) баллов; чувства уверенности и комфорта при прохождении курсов повышения квалификации — 6,26 (6,17; 6,36) и 5,95 (5,85; 6,04) баллов соответственно; легкости в обучении при помощи дистанционных технологий — 5,84 (5,73; 5,95) баллов. По мнению курсантов, владение достаточными навыками работы в сети Интернет и на персональном компьютере соответствовало 5,74 (5,62; 5,86) и 5,68 (5,59; 5,78) баллам. Наименьшее количество баллов получил вопрос об эффективности дистанционной формы обучения — 5,37 (5,23; 5,51), вместе с тем эта оценка была выше 4-балльного нейтрального уровня.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проблемы цифровизации медицинского образования подразумевают всестороннюю оценку текущих процессов модернизации, в том числе внедрения интеллектуальных информационных систем и технологий [12, 13]. В работах многих специалистов [14, 15] показано, что преподавателям

Таблица 2. Результаты анкетирования (баллы)

Вопросы анкеты	Среднее арифметическое (M)	SEM	95% доверительный интервал среднего арифметического		Ранг
			M-(1,96 × SEM)	M+(1,96 × SEM)	
Уровень владения персональным компьютером	5,68	0,05	5,59	5,78	7
Навыки работы в сети Интернет	5,74	0,06	5,62	5,86	6
Легкость освоения при помощи дистанционных технологий	5,84	0,06	5,73	5,95	5
Наполняемость информационного материала	6,84	0,02	6,8	6,88	1
Цель обучения	6,84	0,02	6,8	6,88	1
Фактический результат	6,63	0,04	6,55	6,71	2
Комфортность обучения	5,95	0,05	5,85	6,04	4
Уверенность при обучении	6,26	0,05	6,17	6,36	3
Эффективность дистанционного обучения	5,37	0,07	5,23	5,51	8
Организация дистанционного обучения	6,84	0,04	6,77	6,91	1

следует пересмотреть классические подходы и методы обучения с целью повышения мотивации обучающихся. Компьютерная техника и Интернет позволяют проводить обучение, когда обучаемый и обучающий разделены значительным географическим расстоянием. Использование телекоммуникаций и сетевых технологий достаточно широко представлено в постдипломном образовании, в том числе среднего медицинского персонала.

Преподавание с применением дистанционных технологий основано на передаче знаний посредством видеоуроков, которые эквивалентны обычным лекциям или вводным инструкциям [16], но одновременно имеют ряд отличий. Так, по мнению авторов работы [17], предусмотрены две наиболее широко используемые формы дистанционного обучения: синхронная (очная) и асинхронная (текстовая). В первом случае записи лекций в аудитории дополняются другими информационными ресурсами, которые позволяют преподавателю и курсантам взаимодействовать в режиме реального времени. Во втором случае не предполагается использование запланированных онлайн-материалов, но предусмотрен интерактивный компонент в виде незапланированных письменных сообщений, аудио- и видеопостов, обсуждений в совместных чатах. Существует множество исследований, демонстрирующих преимущества дистанционного онлайн-обучения [18–21]. Например, систематический обзор [20] показал, что дистанционное онлайн-обучение более гибкое и доступное. Оно позволяет вести академический диалог между обучающимися и преподавателями, предлагает удобную среду для обучения, богатый опыт, баланс между работой и личной жизнью и легкий доступ к учебным материалам для курсантов. Некоторые ученые утверждают, что виртуальное интерактивное видео является жизнеспособной альтернативой онлайн-обучению. Многие образовательные организации дополняют онлайн-обучением традиционное образование [19, 21, 22].

В нашем опыте специалисты среднего медицинского звена в процессе дистанционного обучения на очно-заочном цикле повышения квалификации по программам «Гигиена и санитария» и «Гигиеническое воспитание» постдипломного образования приобрели всесторонние теоретические знания, необходимые в практической деятельности.

Для того чтобы постигнуть предметную сферу изучаемой дисциплины, обучающийся курсант полагался на различные дополнительные ресурсы, которые существенно облегчили процесс подготовки [18]. Одним из таких инструментов было обучение с использованием видеоматериалов, которые предусматривали передачу информации, компьютерно-маркированные задания и последующую экспертную оценку. Видеоматериалы представляли собой устные выступления преподавателей в отсутствие аудитории, сохраняемые в личных или онлайн-средах, с доставкой контента обучающимся с использованием различных ресурсов. Процесс цифровизации в постдипломном образовании предоставляет курсантам все больше возможностей и преимуществ, проистекающих в первую очередь из экономии времени обучающихся, которые могут посмотреть видеолекцию в удобное для них время.

Вместе с тем низкие баллы, полученные в ответ на вопрос об эффективности дистанционной формы обучения, обусловлены возникновением определенных трудностей и проблем, заключающихся в отсутствии надлежащей образовательной среды, обмена мнениями и взаимодействия между педагогом и обучающимися, характерных для традиционного обучения, что согласуется с мнением ряда исследователей [23–25]. Перемены в обществе, обусловленные технологическим прогрессом, влекут за собой изменения в постдипломном образовании и квалификационных характеристиках специалистов госсанэпидслужбы, среди них обязательным требованием является владение компьютерной техникой и навыками работы в сети Интернет. В связи с этим требуется повышение квалификации специалистов — освоение новых программ, графических редакторов, полезных ресурсов и технологий в виде онлайн-курсов, видеоуроков, изучения специальной литературы.

Опыт последнего десятилетия по организации дистанционного образовательного процесса [26–29] свидетельствует об утверждении основных принципов концепции обучения, основанных на активном обучении с акцентом на глубокое изучение и понимание, ответственность обучающихся, развитие у них самостоятельности, а также на взаимозависимости между обучающим и обучающимся, взаимном уважении, рефлексивном подходе к учебному процессу со стороны преподавателя и обучающегося.

ВЫВОДЫ

Анализ результатов исследования показал, что внедрение дистанционных форм обучения в очно-заочные циклы дополнительного профессионального образования обеспечивает значительное увеличение мотивации к овладению знаниями, а также возможность сокращения рабочего времени, затрачиваемого на периодическое повышение квалификации специалистов. Следует отметить, что, по мнению обучающихся, эффективность

дистанционного обучения имеет ранг с наименьшим количеством баллов, что может быть обусловлено недостаточной самодисциплиной или самоконтролем, тратой на изучение и усвоение материала личного, а не рабочего времени во время командировок по месту очного обучения и др. Таким образом, положительный опыт использования дистанционных форм обучения еще раз подтверждает необходимость продолжать внедрять образовательные программы со смешанными формами организации обучения.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации (РФ) на 2017–2030 гг.».
2. Alroumi F, Belforti R, Villarroel N, Blanchard RD. Curating a media-linked curriculum. *Clin Teach*. 2024; 21 (3): e13705.
3. McHugh SM, Kheirleiseid E, Hyde S, Conway PF. Perceptions of online surgical-focused learning amongst surgeons during the COVID pandemic: A scoping review 2020–22. *Surgeon*. 2024; 22 (2): e94–9.
4. Ho KC, Huang TS, Lin JC, Chiang HK. The online interactive visual learning improves learning effectiveness and satisfaction of physicians with postgraduate year during the COVID-19 pandemic in Taiwan. *BMC Med Educ*. 2023; 23 (1): 713.
5. Лазаренко В. А., Калущий П. В., Дремова Н. Б., Овод А. И. Адаптация высшего медицинского образования к условиям цифровизации здравоохранения. *Высшее образование в России*. 2020; 29 (1): 105–15.
6. Тутьян В. А., Никитюк Д. Б., Тармаева И. Ю. Формирование общероссийской системы образования в области здорового питания населения. *Гигиена и санитария*. 2023; 102 (10): 1012–8.
7. Агранович Н. В., Ходжаян А. Б., Сохач А. Я., Щетинин Е. В. Дистанционное обучение как современная форма обучения медицинских кадров. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2012; 26 (2): 90–2.
8. Смирнов А. В. Инновации в профессиональном обучении на основе кластерного подхода. *Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика*. 2013; 2 (4): 73–6.
9. Ефимова Н. В., Панков В. А. Опыт использования ролевых игр в постдипломном образовании врачей-гигиенистов. *Сибирский медицинский журнал*. 2010; (7): 129–32.
10. Янкова Т. Н., Голованова Е. Д., Афанасенкова Т. Е., Аргунова И. А., Илющенко П. А. Возможности использования инновационных технологий в подготовке врачей общей практики (семейных врачей). *Смоленский медицинский альманах*. 2016; (2): 213–5.
11. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».
12. Тутьян В. А., Тармаева И. Ю., Каде М. А., Никитюк Д. Б. Медицина будущего: роль искусственного интеллекта в оптимизации питания для здоровьесбережения населения России. *Вопросы питания*. 2024; 93 (4): 6–13.
13. Healthy, Prosperous Lives for All: The European Health Equity Status Report. Executive Summary. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2019; 33 p.
14. Уварова А. Ю., Фрумина И. Д., редакторы. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М.: Изд. дом ВШЭ, 2019; 343 с.
15. Roshal JA, Lund S, LHuillier JC, Silvestri C, Woodward JM, Gan C, et al. Out of touch: a nationwide mixed-methods e-learning needs assessment of general surgery residents. *J Surg Educ*. 2025; 82 (6): 103514.
16. Bettiol S, Psereckis R, MacIntyre K. A perspective of massive open online courses (MOOCs) and public health. *Front Public Health*. 2022; (10): 1058383.
17. Regmi K, Jones L. A systematic review of the factors — enablers and barriers — affecting e-learning in health sciences education. *BMC Med Educ*. 2020; 20 (1): 91.
18. Jowsey T, Foster G, Cooper-loelu P, Jacobs S. Blended learning via distance in pre-registration nursing education: A scoping review. *Nurse Educ Pract*. 2020; (44): 102775.
19. Xing W, Ao L, Xiao H, Liang L. Chinese nurses' preferences for and attitudes about e-learning in continuing education: a correlational study. *J Contin Educ Nurs*. 2020; 51 (2): 87–96.
20. Vakilian A, Ranjbar EZ, Hassanipour M, Ahmadinia H, Hasani H. The effectiveness of virtual interactive video in comparison with online classroom in the stroke topic of theoretical neurology in COVID-19 pandemic. *J Educ Health Promot*. 2022; (11): 219.
21. Wang J, Jiang Y, Fu X, Gou R, Sun Z, Li G, et al. Evaluating the impact of interactive video-based case-based learning in clinical medical education: a randomized controlled trial. *Front Med (Lausanne)*. 2025; (12): 1556018.
22. Longhini J, Rossetini G, Palese A. Massive open online courses for nurses' and healthcare professionals continuous education: a scoping review. *Int Nurs Rev*. 2021; 68 (1): 108–21.
23. Чекалина Т. А., Тумандеева Т. Б., Максименко Н. В. Основные направления и перспективы развития онлайн-обучения. *Профессиональное образование в России и за рубежом*. 2018; (3): 44–52.
24. Geçer E, Bağcı H, Atar C. "Nothing replaces meeting my students at class": analysing academics' views regarding distance education. *Educ Inf Technol (Dordr)*. 2023: 1–22.
25. Crow J, Murray JA. Online distance learning in biomedical sciences: community, belonging and presence. *Adv Exp Med Biol*. 2020; (1235): 165–78.
26. Alshumrani H, Albagawi B, Villareal S, Areola B Jr, Albagawi H, Algamdi S, et al. Relation between socio-demographic factors and professionalism among nurses in Saudi Arabia: a comparative analysis. *Belitung Nurs J*. 2022; 8 (2): 139–46.
27. Mir MM, Mir GM, Raina NT, Mir SM, Mir SM, Miskeen E, et al. Application of artificial intelligence in medical education: current scenario and future perspectives. *J Adv Med Educ Prof*. 2023; 11 (3): 133–40.
28. Blattner K, Faatoese A, Smith M, Maoate K, Miller R, Richards R. New Zealand postgraduate medical training by distance for Pacific Island country-based general practitioners: a qualitative study. *J Prim Health Care*. 2022; 14 (1): 74–9.
29. Onggirawan CA, Kho JM, Kartiwa AP, Anderies A, Gunawan AAS. Systematic literature review: the adaptation of distance learning process during the COVID-19 pandemic using virtual educational spaces in metaverse. *Procedia Comput Sci*. 2023; (216): 274–83.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 09 maja 2017 g. № 203 "Strategija razvitija informacionnogo obshhestva v Rossijskoj Federacii (RF) na 2017–2030 gg." (in Rus.).
2. Alroumi F, Belforti R, Villarreal N, Blanchard RD. Curating a media-linked curriculum. *Clin Teach*. 2024; 21 (3): e13705.
3. McHugh SM, Kheirleide E, Hyde S, Conway PF. Perceptions of online surgical-focused learning amongst surgeons during the COVID pandemic: A scoping review 2020–22. *Surgeon*. 2024; 22 (2): e94–9.
4. Ho KC, Huang TS, Lin JC, Chiang HK. The online interactive visual learning improves learning effectiveness and satisfaction of physicians with postgraduate year during the COVID-19 pandemic in Taiwan. *BMC Med Educ*. 2023; 23 (1): 713.
5. Lazarenko VA, Kaluckij PV, Dremova NB, Ovod AI. Adaptacija vysshego medicinskogo obrazovanija k uslovijam cifrovizacii zdravooohranenija. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2020; 29 (1): 105–15 (in Rus.).
6. Tuteljan VA, Nikitjuk DB, Tarmaeva IJu. Formirovanie obshherossijskoj sistemy obrazovanija v oblasti zdorovogo pitaniya naselenija. *Gigiena i sanitarija*. 2023; 102 (10): 1012–8 (in Rus.).
7. Agranovich NV, Hodzhajan AB, Sohach AJA, Shhetinin EV. Distancionnoe obuchenie kak sovremennaja forma obuchenija medicinskih kadrov. *Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza*. 2012; 26 (2): 90–2 (in Rus.).
8. Smirnov AV. Innovacii v professional'nom obuchenii na osnove klaster'nogo podhoda. *Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, jekonomika. Serija: Jekonomika*. 2013; 2 (4): 73–6 (in Rus.).
9. Efimova NV, Pankov VA. Opyt ispol'zovanija rolevyh igr v postdiplomnom obrazovanii vrachej-gigienistov. *Sibirskij medicinskij zhurnal*. 2010; (7): 129–32 (in Rus.).
10. Jankovaja TN, Golovanova ED, Afanasenkova TE, Argunova IA, Iljushhenkov PA. Vozmozhnosti ispol'zovanija innovacionnyh tehnologij v podgotovke vrachej obshhej praktiki (semejnyh vrachej). *Smolenskij medicinskij al'manah*. 2016; (2): 213–5 (in Rus.).
11. Federal'nyj zakon ot 31 ijulja 2020 g. № 248-FZ "O gosudarstvennom kontrole (nadzore) i municipal'nom kontrole v Rossijskoj Federacii" (in Rus.).
12. Tuteljan VA, Tarmaeva IJu, Kade MA, Nikitjuk DB. Medicina budushhego: rol' iskusstvennogo intellekta v optimizacii pitaniya dlja zdorov'esberezhenija naselenija Rossii. *Voprosy pitaniya*. 2024; 93 (4): 6–13 (in Rus.).
13. Healthy, Prosperous Lives for All: The European Health Equity Status Report. Executive Summary. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2019; 33 p.
14. Uvarova AJu, Frumina ID, redaktory. *Trudnosti i perspektivy cifrovoj transformacii obrazovanija*. M.: Izd. dom VShJe, 2019; 343 p. (in Rus.).
15. Roshal JA, Lund S, LHuillier JC, Silvestri C, Woodward JM, Gan C, et al. Out of touch: a nationwide mixed-methods e-learning needs assessment of general surgery residents. *J Surg Educ*. 2025; 82 (6): 103514.
16. Bettiol S, Psereckis R, MacIntyre K. A perspective of massive open online courses (MOOCs) and public health. *Front Public Health*. 2022; (10): 1058383.
17. Regmi K, Jones L. A systematic review of the factors — enablers and barriers — affecting e-learning in health sciences education. *BMC Med Educ*. 2020; 20 (1): 91.
18. Jowsey T, Foster G, Cooper-loelu P, Jacobs S. Blended learning via distance in pre-registration nursing education: A scoping review. *Nurse Educ Pract*. 2020; (44): 102775.
19. Xing W, Ao L, Xiao H, Liang L. Chinese nurses' preferences for and attitudes about e-learning in continuing education: a correlational study. *J Contin Educ Nurs*. 2020; 51 (2): 87–96.
20. Vakilian A, Ranjbar EZ, Hassanipour M, Ahmadiania H, Hasani H. The effectiveness of virtual interactive video in comparison with online classroom in the stroke topic of theoretical neurology in COVID-19 pandemic. *J Educ Health Promot*. 2022; (11): 219.
21. Wang J, Jiang Y, Fu X, Gou R, Sun Z, Li G, et al. Evaluating the impact of interactive video-based case-based learning in clinical medical education: a randomized controlled trial. *Front Med (Lausanne)*. 2025; (12): 1556018.
22. Longhini J, Rossetini G, Palese A. Massive open online courses for nurses' and healthcare professionals continuous education: a scoping review. *Int Nurs Rev*. 2021; 68 (1): 108–21.
23. Chekalina TA, Tumandeeva TV, Maksimenko NV. Osnovnye napravlenija i perspektivy razvitija onlajn-obuchenija. *Professional'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom*. 2018; (3): 44–52 (in Rus.).
24. Geger E, Bagci H, Atar C. "Nothing replaces meeting my students at class": analysing academics' views regarding distance education. *Educ Inf Technol (Dordr)*. 2023: 1–22.
25. Crow J, Murray JA. Online distance learning in biomedical sciences: community, belonging and presence. *Adv Exp Med Biol*. 2020; (1235): 165–78.
26. Alshumrani H, Albagawi B, Villareal S, Areola B Jr, Albagawi H, Algamdi S, et al. Relation between socio-demographic factors and professionalism among nurses in Saudi Arabia: a comparative analysis. *Belitung Nurs J*. 2022; 8 (2): 139–46.
27. Mir MM, Mir GM, Raina NT, Mir SM, Mir SM, Miskeen E, et al. Application of artificial intelligence in medical education: current scenario and future perspectives. *J Adv Med Educ Prof*. 2023; 11 (3): 133–40.
28. Blattner K, Faatoese A, Smith M, Maoate K, Miller R, Richards R. New Zealand postgraduate medical training by distance for Pacific Island country-based general practitioners: a qualitative study. *J Prim Health Care*. 2022; 14 (1): 74–9.
29. Onggirawan CA, Kho JM, Kertiwa AP, Anderies A, Gunawan AAS. Systematic literature review: the adaptation of distance learning process during the COVID-19 pandemic using virtual educational spaces in metaverse. *Procedia Comput Sci*. 2023; (216): 274–83.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ ТЕЛА МАТКИ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ (2000–2019 ГГ.)

А. Е. Крюкова¹✉, А. В. Корсаков², В. П. Трошин¹, О. Ю. Милушкина², Ю. П. Пивоваров², В. В. Королик²

¹ Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Проживание на экологически неблагоприятных территориях может существенно увеличивать риск развития злокачественных новообразований женской репродуктивной системы, в том числе злокачественных новообразований тела матки (ЗНОТМ). Целью исследования было провести расчет относительного риска (ОР) и частоты первичной заболеваемости женщин 41–60 лет, проживающих на территориях с различным уровнем радиационного, химического и сочетанного воздействия окружающей среды, высоко-, умеренно и низкодифференцированными формами ЗНОТМ за двадцатилетний период (2000–2019 гг.). Информация для исследования была предоставлена Брянскстатом, Брянским областным онкологическим диспансером, Роспотребнадзором и Ростехнадзором. Выявлено существенное превышение ОР первичной заболеваемости высокодифференцированными формами ЗНОТМ у женщин, проживающих на экологически неблагоприятных территориях (суммарно в зонах химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения), по сравнению с женщинами, проживающими на экологически благополучных (контрольных) территориях. ОР составил 1,28 (95% ДИ: 1,00–1,64); $p = 0,047$). Выявлен повышенный ОР заболеваемости высоко- и в большей степени низкодифференцированными формами ЗНОТМ между территориями радиоактивного и химического загрязнения — ОР 1,19 (95% ДИ: 0,87–1,63); 1,36 (95% ДИ: 0,70–2,65); сочетанного и химического загрязнения — ОР 1,18 (95% ДИ: 0,90–1,55); 1,34 (95% ДИ: 0,75–2,39); при этом не установлено повышение риска между территориями сочетанного и радиоактивного загрязнения — ОР 0,99 (95% ДИ: 0,67–1,46); 0,98 (95% ДИ: 0,44–2,21). По всей вероятности, полученные данные свидетельствуют о большей роли влияния аварийного радиационного фактора на формирование высоко- и особенно низкодифференцированных форм ЗНОТМ относительно химического.

Ключевые слова: Чернобыльская катастрофа, злокачественные новообразования тела матки, радиоактивное загрязнение, химическое загрязнение, сочетанное воздействие, относительный риск, Брянская область

Благодарности: авторы благодарят главного врача Брянского областного онкологического диспансера А. И. Маклашова за предоставление обезличенной статистической информации о заболеваемости женщин злокачественными заболеваниями эндометрия в городах и районах Брянской области за период с 2000 по 2019 г.

Вклад авторов: А. Е. Крюкова — поиск литературы, статистическая обработка, написание рукописи, редактирование и обсуждение статьи; А. В. Корсаков — анализ литературных данных, концепция и дизайн исследования, интерпретация полученных результатов, утверждение окончательного варианта статьи; В. П. Трошин — анализ и интерпретация данных, написание, редактирование и обсуждение статьи; О. Ю. Милушкина — анализ литературных данных, анализ и интерпретация данных, редактирование и обсуждение статьи; Ю. П. Пивоваров, В. В. Королик — анализ и интерпретация данных, редактирование и обсуждение статьи.

Соблюдение этических стандартов: использована обезличенная статистическая информация о заболеваемости женщин ЗНОТМ на территориях Брянской области за 2000–2019 гг.

✉ **Для корреспонденции:** Анна Евгеньевна Крюкова
бульвар 50 лет Октября, д. 7, г. Брянск, 241035, Россия; kryukovaanna@bk.ru

Статья получена: 18.04.2025 **Статья принята к печати:** 16.10.2025 **Опубликована онлайн:** 22.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.144

Авторские права: © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

COMPARISON OF UTERINE BODY CANCER INCIDENCE AMONG WOMEN LIVING IN ENVIRONMENTALLY DISADVANTAGED AREAS (2000–2019)

Kryukova AE¹✉, Korsakov AV², Troshin VP¹, Milushkina OYu², Pivovarov YuP², Korolik VV²

¹ Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Living in ecologically compromised regions can significantly increase the risk of malignant neoplasms in the female reproductive system, including uterine body cancer (UBC). This study aimed to calculate the relative risk (RR) and the frequency of primary incidence of UBC among women aged 41–60 years living in areas with different levels of exposure to radiation, chemical, and combined environmental factors. The analysis considered high-, moderate-, and low-grade forms of UBC over a 20-year period (2000–2019). Information for the study was provided by Bryanskstat (Bryansk Region Statistical Bureau), Bryansk Regional Oncological Dispensary, Rosпотребнадзор and Rostekhnadzor. We found that the RR of initial occurrence of high-grade forms of UBC in women living in ecologically compromised regions was considerably higher than that in female population of ecologically safe (control) territories, reaching the mean value of 1.28 (95% CI: 1.00–1.64); $p = 0.047$. Other findings include an increased RR of occurrence of both high- and, to a greater extent, low-grade forms of UBC in areas with high radioactive and chemical contamination — 1.19 (95% CI: 0.87–1.63) and 1.36 (95% CI: 0.70–2.65), respectively; the relative risks for combined and chemical contamination areas were 1.18 (95% CI: 0.90–1.55) and 1.34 (95% CI: 0.75–2.39), respectively; no increase was observed between the territories with combined and radioactive contamination — 0.99 (95% CI: 0.67–1.46) and 0.98 (95% CI: 0.44–2.21). In all likelihood, the data from this study indicate that accident-related radiation contamination plays a more significant role in the development of high-grade — and especially low-grade — forms of UBC than does chemical contamination.

Keywords: Chernobyl accident, malignant neoplasms of the endometrium, radioactive contamination, chemical pollution, combined contamination, relative risk, Bryansk region

Acknowledgements: the authors thank A.I. Maklashova, Chief Medical Officer at the Bryansk Regional Oncological Dispensary, for providing anonymized statistical information on the incidence of endometrial cancer in women in the cities and districts of the Bryansk region for the period from 2000 to 2019.

Author contribution: Kryukova AE — literature search, statistical processing, authoring, editing, and discussion of the article; Korsakov AV — analysis of literary data, concept and design of the study, interpretation of the results, approval of the final version of the article; Troshin VP — data analysis and interpretation, authoring, editing, and discussion of the article; Milushkina OYu — analysis of literary data, analysis and interpretation of data, editing and discussion of the article; Pivovarov YuP, Korolik VV — analysis and interpretation of data, editing and discussion of the article.

Compliance with ethical standards: the study used anonymized statistical information on the incidence of UBC in the Bryansk region in 2000–2019.

✉ **Correspondence should be addressed:** Anna E. Kryukova
Boulevard 50 let Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia; kryukovaanna@bk.ru

Received: 18.04.2025 **Accepted:** 16.10.2025 **Published online:** 22.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.144

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Статистика, основанная на оценках Международного агентства по изучению рака (GLOBOCAN 2022), указывает на увеличение заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) в мире до 20 млн новых случаев в год [1]. Согласно оценкам, примерно у каждого пятого мужчины или женщины в течение жизни развивается ЗНО, при этом примерно каждый девятый мужчина и каждая двенадцатая женщина умирает от него [1]. Прогнозируют, что в 2050 г. будет более 35 млн новых случаев ЗНО, что на 77% больше, чем в 2022 г. Демографический переход является ключевым фактором, определяющим масштабы распространения рака: в 2022 г. численность населения планеты составляла около 8 млрд чел., а к 2050 г. она достигнет 9,7 млрд [1]. Злокачественные новообразования эндометрия (тела матки) являются шестым наиболее часто диагностируемым раком у женщин (4,3%) [1].

По данным Российского научно-исследовательского онкологического института имени П. А. Герцена, в 2022 г. рак эндометрия занял четвертое место по распространенности среди всех видов рака — 7,1% от общего числа случаев всех ЗНО [2].

Проживание на экологически неблагоприятных территориях может существенно увеличивать риск развития ЗНО женской репродуктивной системы [3–9]. По данным исследователей [3], хроническое воздействие тяжелых металлов может привести к раку молочной железы, эндометриозу, ЗНОТМ, нарушениям менструального цикла и самопроизвольным абортam, а также к преждевременным родам и мертворождению. Установлено, что ЗНОТМ индуцирует металлоэстроген кадмий, повышенные уровни свинца могут вызвать самопроизвольный аборт и обладают тератогенным воздействием, а ртуть влияет на менструальный цикл и может привести к бесплодию [3]. По данным [4], кадмий является потенциальным фактором риска для гормонозависимых опухолей, таких как ЗНОТМ, так как эндотелий сосудов является важной мишенью токсичности кадмия, которая может влиять на процессы коагуляции и фибринолитическую систему. Установлено, что у больных миомой и особенно ЗНОТМ выявлены нарушения показателей коагуляции и фибринолиза, приводящие к гиперкоагуляции [4]. В результате анализа заболеваемости ЗНОТМ 62 534 женщин, переживших атомную бомбардировку, в 1958–2009 гг. [5] обнаружена значимая связь между дозой облучения и риском развития ЗНОТМ, что свидетельствует о том, что тело матки особенно чувствительно к канцерогенному эффекту радиационного воздействия.

По данным [10–12], плотность радиоактивного загрязнения цезием-137 (^{137}Cs) юго-западных территорий (ЮЗТ) Брянской области вследствие Чернобыльской катастрофы в настоящее время превышает установленные критерии отнесения территорий к зонам радиоактивного загрязнения, при этом среднегодовые эффективные дозы превышают 1 мЗв в год, достигая максимальных значений 5,6 мЗв в год [13, 14]. В последние годы в Брянской области наблюдается увеличение выброса газообразных поллютантов в атмосферу [15, 16]. Важно подчеркнуть, что в некоторых районах Брянского региона население подвергается сочетанному воздействию радиоактивного и химического загрязнения [17–19]. Исследование [19] показало, что относительный риск (ОР) заболеваемости ЗНОТМ у женщин в возрасте 18–80 лет, проживающих на экологически неблагоприятных территориях, существенно выше по сравнению с контрольными территориями. Помимо этого, из-за загрязнения окружающей среды

ускоряются темпы мутационного процесса, что приводит к росту «популяционного груза» [20].

Целью исследования было провести расчет ОР и частоты первичной заболеваемости женщин 41–60 лет, проживающих на территориях с различным уровнем радиационного, химического и сочетанного воздействия окружающей среды, высоко-, умеренно и низкодифференцированными формами ЗНОТМ за двадцатилетний период (2000–2019 гг.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование плотности радиоактивного загрязнения территорий ^{137}Cs и ^{90}Sr после аварии на Чернобыльской АЭС проводили на основе информации, представленной в источнике [12], средних накопленных эффективных доз облучения (СГЭД₉₀) — по данным [14], уровня химического загрязнения атмосферного воздуха CO , NO_x , SO_2 и летучими органическими соединениями (ЛОС) — по данным [15]. Проанализирован период с 2000 по 2019 г.

На основании официальных данных Брянского областного онкологического диспансера [21] выполнен расчет ОР и частоты первичной заболеваемости высоко-, умеренно и низкодифференцированными формами ЗНОТМ в зависимости от уровня химического и радиоактивного загрязнения за 2000–2019 гг. Анализ гистологических форм ЗНОТМ проводили у женщин 41–60 лет, он выполнен в 1030 случаях.

Статистический анализ выполняли с использованием критерия Шапиро–Уилка, U -критерия Манна–Уитни, использовали расчет 95%-х доверительных интервалов (95% ДИ); уровни статистической значимости — $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$. Пересчет абсолютных значений заболеваемости ЗНОТМ осуществляли на 100 000 женского населения [15]. Статистический анализ полученных данных проводили с использованием средств пакета МойОфис («Новые облачные технологии»; Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с уровнем радиоактивного и химического загрязнения и уровнем первичной заболеваемостью ЗНОТМ за двадцатилетний период (2000–2019 гг.) все территории Брянской области были разделены на четыре группы. Результаты анализа представлены в табл. 1. Анализ полученных результатов из табл. 1 описан ранее в работе [19].

Частота заболеваемости высоко-, умеренно и низкодифференцированными формами ЗНОТМ на 21,0%; 18,1% и 14,4% выше у женщин, проживающих на территориях сочетанного, радиоактивного и химического загрязнения, по сравнению с контролем: $29,4 \pm 4,8$; $28,7 \pm 5,1$ и $27,8 \pm 4,1$ против $24,3 \pm 4,2$ (табл. 2). Тем не менее значимых различий между группами выявлено не было ($p > 0,05$). Следует отметить, что частота высокодифференцированных форм ЗНОТМ выше у женщин, проживающих на территориях радиоактивного ($15,6 \pm 3,1$) и сочетанного ($15,4 \pm 3,2$) воздействия по сравнению с территориями химического загрязнения ($13,1 \pm 2,0$) и контрольными территориями ($10,6 \pm 2,0$). Такая же тенденция отмечена для низкодифференцированных форм: территории радиоактивного загрязнения — $3,6 \pm 1,5$, сочетанного воздействия — $3,5 \pm 1,0$, территории химического загрязнения — $3,1 \pm 0,6$ и контрольными территориями — $2,7 \pm 0,7$. Уровень заболеваемости умеренно дифференцированными формами ЗНОТМ в городах

Таблица 1. Группировка территорий Брянской области по уровню химического, радиоактивного и сочетанного воздействия окружающей среды и уровень первичной заболеваемости женского населения 18–80 лет ЗНОТМ в пересчете на 100 000 населения (2000–2019 гг.) [19]

Районы Брянской области	Основные газообразные загрязнители атмосферного воздуха					Плотность радиоактивного загрязнения, кБк/м²		ЗНОТМ М ± m
	Всего	Из них:				¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	
		ЛОС	NO _x	SO ₂	CO			
	Валовые выбросы газообразных поллютантов на площадь района, г/м²							
Экологически благополучные территории								
Рогнединский	13	0	6	0	7	21,7	0,8	21,5 ± 5,5
Суземский	28	5	9	1	13	18,6	2,5	46,6 ± 7,5
Мглинский	31	6	6	2	17	6,6	0,6	23,3 ± 4,7
Клетнянский	47	27	5	5	10	5,4	0,5	25,2 ± 4,4
Навлинский	54	12	13	4	25	18,9	0,8	35,5 ± 4,2
Дубровский	56	13	17	0,4	26	7,2	0,4	25,0 ± 5,0
Брасовский	64	10	19	6	29	25,2	0,4	37,1 ± 4,3
Севский	68	20	10	24	14	18,9	1,4	35,3 ± 4,5
Комаричский	99	25	19	9	46	27,1	1	30,6 ± 4,5
Карачевский	115	29	34	1	51	13,9	0,8	37,7 ± 5,0
Суражский	128	35	35	6	52	8,2	0,4	27,8 ± 3,9
Среднее значение	63,9	16,5	15,7	5,3	26,4	15,6	0,9	32,3 ± 3,0* -8,7%
Территории химического загрязнения								
Погарский	123	65	22	4	32	29,9	1,1	45,6 ± 6,4
Жирятинский	156	104	16	1	35	5,4	0,8	32,6 ± 6,3
Жуковский	195	22	53	40	80	6,6	0,8	28,3 ± 3,1
Трубчевский	275	88	27	2	158	23,6	0,8	38,0 ± 5,1
Почепский	365	223	33	3	106	5,4	0,5	31,9 ± 4,2
Унечский	559	292	58	32	177	7,2	0,8	31,1 ± 3,0
Выгоничский	858	749	37	2	70	9,5	0,4	12,7 ± 3,9
Брянский	959	813	47	13	86	5,7	0,4	32,6 ± 3,8
г. Сельцо	5209	773	2405	97	1934	4,4	0,8	33,8 ± 5,6
Дятьковский	8045	339	3760	1139	2807	38,4	1,1	35,7 ± 3,9
г. Брянск	32190	5217	10886	2617	13470	8,8	5,9	41,6 ± 3,1
Среднее значение	4448,5	789,5	1576,7	359,1	1723,2	13,2	1,2	38,2 ± 3,0* +8,0%
Территории радиоактивного загрязнения								
Красногорский	15	1	5	0	9	303,4	9,3	51,3 ± 7,2
Гордеевский	28	2	11	0,2	15	328,6	5	31,2 ± 6,6
Злынковский	38	5	11	4	18	412,4	16,3	26,7 ± 4,4
Новозыбковский	51	10	0	0	41	460,6	8,4	18,2 ± 4,5
Климовский	72	16	8	15	33	139,6	6,4	38,6 ± 7,4
Клинцовский	169	17	70	2	80	194,4	4,7	18,6 ± 3,1
Среднее значение	62,2	8,5	17,5	3,5	32,7	306,5	8,4	32,5 ± 3,8* -8,1%
Территории сочетанного радиационно-химического загрязнения								
Стародубский	392	316	24	9	43	45,4	1,4	26,1 ± 3,0
г. Клинцы	7264	2059	2616	139	2450	195,6	3	39,9 ± 3,3
г. Новозыбков	7422	1778	2159	406	3079	456,5	9,7	42,4 ± 4,7
Среднее значение	5026	1384,3	1599,7	184,7	1857,3	232,5	4,7	36,9 ± 2,7* +4,3%

Примечание: * — отличие (в %) от общероссийского показателя первичной заболеваемости (2000–2019 гг.).

и районах Брянской области колеблется незначительно — от 10,5 до 11,7, независимо от экологических условий проживания, достигая 11,7 на территориях химического загрязнения (табл. 2). Следует отметить, что не было выявлено значимых различий между группами не только по формам ЗНОТМ, но и отдельно для высоко-, умеренно и низкодифференцированных форм (табл. 2).

На основании информации, представленной в табл. 3, можно сделать вывод о том, что женщины, проживающие

в районах с неблагоприятной экологической обстановкой (включая территории, подвергшиеся химическому, радиоактивному и сочетанному загрязнению), имеют повышенный ОР заболеваемости высоко-, умеренно и низкодифференцированными формами ЗНОТМ по сравнению с женщинами, проживающими в экологически благополучных (контрольных) территориях. ОР составляет 1,16 (95% ДИ: 0,98–1,36). При этом значения ОР повышены по сравнению со значениями контрольных районов:

Таблица 2. Сравнительная оценка частоты первичной заболеваемости женщин 41–60 лет высоко-, умеренно и низкодифференцированными формами ЗНОТМ на экологически различных территориях Брянской области в 2000–2019 гг. (в пересчете на 100 000 населения)

Исследуемые территории Формы ЗНОТМ	Экологически благополучные территории (контроль)	Территории химического загрязнения	Территории радиоактивного загрязнения	Территории сочетанного загрязнения
	I (N = 169)	II (N = 662)	III (N = 81)	IV (N = 118)
Все формы	24,3 ± 4,2	27,8 ± 4,1	28,7 ± 5,1	29,4 ± 4,8
Из них:				
Высокодифференцированные	10,6 ± 2,0	13,1 ± 2,0	15,6 ± 3,1	15,4 ± 3,2
Умеренно дифференцированные	10,9 ± 2,1	11,7 ± 1,9	10,6 ± 2,7	10,5 ± 2,5
Низкодифференцированные	2,7 ± 0,7	3,1 ± 0,6	3,6 ± 1,5	3,5 ± 1,0

Примечание: различия между группами районов не значимы при $p > 0,05$.

на территориях химического загрязнения ОР составляет 1,14 (95% ДИ: 0,97–1,35), радиоактивного загрязнения — ОР 1,18 (95% ДИ: 0,91–1,54), сочетанного загрязнения — ОР 1,21 (95% ДИ: 0,96–1,53). Не установлено повышение ОР первичной заболеваемости ЗНОТМ между территориями химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения (значения ОР варьируют между 1,02 и 1,06).

В ходе анализа табл. 4 установлено значимое ($p = 0,047$), при этом наибольшее среди всех форм ЗНОТМ повышение ОР заболеваемости высокодифференцированными формами ЗНОТМ, у женщин, проживающих на территориях с неблагоприятной экологической обстановкой (суммарно на территориях химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения), по сравнению с контролем — ОР 1,28 (95% ДИ: 1,00–1,64). При этом по сравнению с экологически благополучными территориями значения ОР в большей степени повышены на территориях радиоактивного — ОР 1,47 (95% ДИ: 1,01–2,13), сочетанного — ОР 1,45 (95% ДИ: 1,04–2,03) и химического загрязнения — ОР 1,23 (95% ДИ: 0,96–1,59). В отличие от первичной заболеваемости суммарно по всем формам ЗНОТМ, для высокодифференцированных форм выявлен повышенный ОР между территориями радиоактивного и химического загрязнения — ОР 1,19 (95% ДИ: 0,87–1,63), сочетанного и химического загрязнения — ОР 1,18 (95% ДИ: 0,90–1,55). При этом между территориями сочетанного и радиоактивного

загрязнения не установлено повышение риска — ОР 0,99 (95% ДИ: 0,67–1,46). Полученные данные свидетельствуют, по всей вероятности, о большей роли влияния аварийного радиационного фактора на формирование высокодифференцированных форм ЗНОТМ относительно химического.

Не выявлено повышение ОР первичной заболеваемости ЗНОТМ умеренно (табл. 5) и низкодифференцированными формами (табл. 6) у женщин, проживающих в районах с неблагоприятной экологической обстановкой (суммарно на территориях химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения), по сравнению с экологически благополучными территориями: умеренно дифференцированные формы — ОР 1,06 (95% ДИ: 0,82–1,34), низкодифференцированные формы — ОР 1,03 (95% ДИ: 0,63–1,69). Кроме того, не установлено повышение ОР первичной заболеваемости умеренно дифференцированными формами ЗНОТМ между контрольными территориями и территориями химического радиоактивного и сочетанного воздействия — значения ОР колеблются от 0,97 до 1,07 (табл. 5). Показатели ОР первичной заболеваемости умеренно дифференцированными формами ЗНОТМ между территориями химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения варьируют между 0,64 и 0,98, при этом имеют место значимые различия ($p = 0,019$) между территориями радиоактивного и химического загрязнения — ОР 0,64

Таблица 3. Относительный риск (ОР) первичной заболеваемости женщин 41–60 лет высоко-, умеренно и низкодифференцированными формами ЗНОТМ на экологически различных территориях Брянской области в 2000–2019 гг.

Вид территории	Численность населения	Заболели, абс.	Не заболели, абс.	ОР (95% ДИ)
Суммарный показатель высоко-, умеренно и низкодифференцированных форм злокачественных новообразований тела матки				
Химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения (сумма)	153394	861	152364	1,16 (0,98–1,36)
Экологически благополучные	34823	169	34654	
Химического загрязнения	119153	662	118491	1,14 (0,97–1,35)
Экологически благополучные	34823	169	34654	
Радиоактивного загрязнения	14127	81	14046	1,18 (0,91–1,54)
Экологически благополучные	34823	169	34654	
Сочетанного загрязнения	20114	118	19996	1,21 (0,96–1,53)
Экологически благополучные	34823	169	34654	
Радиоактивного загрязнения	14127	81	14046	1,03 (0,82–1,30)
Химического загрязнения	119153	662	118491	
Сочетанного загрязнения	20114	118	19996	1,06 (0,87–1,28)
Химического загрязнения	119153	662	118491	
Сочетанного загрязнения	20114	118	19996	1,02 (0,77–1,36)
Радиоактивного загрязнения	14127	81	14046	

Таблица 4. Относительный риск (ОР) первичной заболеваемости высококодифференцированными формами ЗНОТМ женщин 41–60 лет на экологически различных территориях Брянской области в 2000–2019 гг.

Вид территории	Численность населения	Заболели, абс.	Не заболели, абс.	ОР (95% ДИ)
Химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения (сумма)	153394	418	152902	1,28 (1,00–1,64)
Экологически благополучные	34823	74	34749	
Химического загрязнения	119153	312	118841	1,23 (0,96–1,59)
Экологически благополучные	34823	74	34749	
Радиоактивного загрязнения	14127	44	14083	1,47 (1,01–2,13)
Экологически благополучные	34823	74	34749	
Сочетанного загрязнения	20114	62	20052	1,45 (1,04–2,03)
Экологически благополучные	34823	74	34749	
Радиоактивного загрязнения	14127	44	14083	1,19 (0,87–1,63)
Химического загрязнения	119153	312	118841	
Сочетанного загрязнения	20114	62	20052	1,18 (0,90–1,55)
Химического загрязнения	119153	312	118841	
Сочетанного загрязнения	20114	62	20052	0,99 (0,67–1,46)
Радиоактивного загрязнения	14127	44	14083	

(95% ДИ: 0,44–0,93). Полученные данные свидетельствуют о большем ОР частоты умеренно дифференцированных форм ЗНОТМ у женщин, проживающих на территориях химического загрязнения, относительно территорий радиоактивного загрязнения. В отличие от первичной заболеваемости умеренно дифференцированными формами ЗНОТМ, выявлен повышенный ОР частоты низкодифференцированных форм ЗНОТМ между контрольными территориями и территориями радиоактивного загрязнения — ОР 1,30 (95% ДИ: 0,60–2,79) и территориями сочетанного воздействия — ОР 1,28 (95% ДИ: 0,64–2,54) (табл. 6). Однако между контрольными территориями и территориями химического загрязнения не установлено повышение ОР — ОР 0,95 (95% ДИ: 0,57–1,59) (табл. 6).

Как показано в табл. 6, выявлен повышенный ОР заболеваемости низкодифференцированными формами ЗНОТМ между территориями радиоактивного и химического загрязнения — ОР 1,36 (95% ДИ: 0,70–2,65), сочетанного и химического загрязнения — ОР 1,34 (95% ДИ: 0,75–2,39), при этом не установлено повышение риска между

территориями сочетанного и радиоактивного загрязнения — ОР 0,98 (95% ДИ: 0,44–2,21). Полученные данные по низкодифференцированным формам ЗНОТМ (табл. 6) повторяют результаты по высококодифференцированным формам ЗНОТМ (табл. 5) и свидетельствуют, по всей вероятности, о большей роли влияния аварийного радиационного фактора на формирование низкодифференцированных форм ЗНОТМ относительно химического.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На возникновение ЗНОТМ влияет большое количество факторов риска, предусмотреть которые практически невозможно [22, 23].

Следует отметить, что при изучении зависимости частоты заболеваемости рака тела матки у женщин разных возрастных групп от уровня техногенной нагрузки установлено [24], что женщины до 45-летнего возраста в меньшей степени подвержены влиянию техногенного

Таблица 5. Относительный риск (ОР) первичной заболеваемости умеренно дифференцированными формами ЗНОТМ женщин 41–60 лет на экологически различных территориях Брянской области в 2000–2019 гг.

Вид территории	Численность населения	Заболели, абс.	Не заболели, абс.	ОР (95% ДИ)
Химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения (сумма)	153394	350	152968	1,06 (0,82–1,34)
Экологически благополучные	34823	76	34747	
Химического загрязнения	119153	278	118875	1,07 (0,83–1,38)
Экологически благополучные	34823	76	34747	
Радиоактивного загрязнения	14127	30	14097	0,97 (0,64–1,48)
Экологически благополучные	34823	76	34747	
Сочетанного загрязнения	20114	42	20072	0,96 (0,66–1,39)
Экологически благополучные	34823	76	34747	
Радиоактивного загрязнения	14127	30	14097	0,64 (0,44–0,93)
Химического загрязнения	119153	278	118875	
Сочетанного загрязнения	20114	42	20072	0,89 (0,65–1,24)
Химического загрязнения	119153	278	118875	
Сочетанного загрязнения	20114	42	20072	0,98 (0,62–1,57)
Радиоактивного загрязнения	14127	30	14097	

Таблица 6. Относительный риск (ОР) первичной заболеваемости низкодифференцированными формами ЗНОТМ женщин 41–60 лет на экологически различных территориях Брянской области в 2000–2019 гг.

Вид территории	Численность населения	Заболели, абс.	Не заболели, абс.	ОР (95% ДИ)
Химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения (сумма)	153394	86	153289	1,03 (0,63–1,69)
Экологически благополучные	34823	19	34804	
Химического загрязнения	119153	62	119091	0,95 (0,57–1,59)
Экологически благополучные	34823	19	34804	
Радиоактивного загрязнения	14127	10	14117	1,30 (0,60–2,79)
Экологически благополучные	34823	19	34804	
Сочетанного загрязнения	20114	14	20100	1,28 (0,64–2,54)
Экологически благополучные	34823	19	34804	
Радиоактивного загрязнения	14127	10	14117	1,36 (0,70–2,65)
Химического загрязнения	119153	62	119091	
Сочетанного загрязнения	20114	14	20100	1,34 (0,75–2,39)
Химического загрязнения	119153	62	119091	
Сочетанного загрязнения	20114	14	20100	0,98 (0,44–2,21)
Радиоактивного загрязнения	14127	10	14117	

загрязнения в качестве онкогенного фактора, влияющего на становление и развитие рака тела матки.

В работе [25] установлено, что сочетанное воздействие радиационно-химического загрязнения привело к более высокому ОР заболеваемости низкодифференцированными формами злокачественными новообразованиями яичников по сравнению с территориями, где присутствует только один фактор загрязнения, что позволило авторам предположить синергический характер воздействия радиационного и химического факторов. В представленном исследовании авторы не выявили такую закономерность, однако был установлен повышенный ОР заболеваемости высоко- и в большей степени низкодифференцированными формами ЗНОТМ между территориями радиоактивного и химического загрязнения, сочетанного и химического загрязнения, при этом не установлено повышение риска между территориями сочетанного и радиоактивного загрязнения.

Ограничением настоящего исследования было то, что при анализе первичной заболеваемости ЗНОТМ не учитывали распределение по стадиям заболевания и иммуногистохимическому профилю.

ВЫВОДЫ

1. Частота заболеваемости высоко-, умеренно и низкодифференцированными формами ЗНОТМ на 21%; 18% и 14% выше у женщин, проживающих на территориях сочетанного, радиоактивного и химического загрязнения

по сравнению с контролем, однако статистически значимые различия между группами не выявлены.

2. Установлено повышение относительного риска (ОР) первичной заболеваемости высокодифференцированными формами ЗНОТМ у женщин, проживающих на экологически неблагополучных территориях (суммарно на территориях химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения), по сравнению с проживающими на экологически благополучных (контрольных) территориях — ОР 1,28 (95% ДИ: 1,00–1,64); $p = 0,047$.

3. Не выявлено повышение ОР первичной заболеваемости ЗНОТМ умеренно и низкодифференцированными формами у женщин, проживающих на экологически неблагополучных территориях, по сравнению с проживающими на контрольных территориях (значения ОР варьируются между 1,03 и 1,06).

4. Выявлен повышенный ОР заболеваемости высоко- и в большей степени низкодифференцированными формами ЗНОТМ между территориями радиоактивного и химического загрязнения — ОР 1,19 (95% ДИ: 0,87–1,63); 1,36 (95% ДИ: 0,70–2,65), сочетанного и химического загрязнения — ОР 1,18 (95% ДИ: 0,90–1,55); 1,34 (95% ДИ: 0,75–2,39), при этом не установлено повышение риска между территориями сочетанного и радиоактивного загрязнения — ОР 0,99 (95% ДИ: 0,67–1,46); 0,98 (95% ДИ: 0,44–2,21).

5. По всей вероятности, полученные данные свидетельствуют о большей роли влияния аварийного радиационного фактора на формирование высоко- и особенно, низкодифференцированных форм ЗНОТМ относительно химического.

Литература

- Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024; 74 (3): 229–63. DOI: 10.3322/caac.21834.
- Каприн А. Д., Старинский В. В., Шахзадова А. О. Состояние онкологической помощи населению России в 2022 году. М.: МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2023; 236 с.
- Dutta S, Gorain B, Choudhury H, Roychoudhury S, Sengupta P. Environmental and occupational exposure of metals and female reproductive health. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022; 29 (41): 62067–92. DOI: 10.1007/s11356-021-16581-9.
- Nasiadek M, Kilanowicz A, Darago A, Lazarenkow A, Michalska M. The effect of cadmium on the coagulation and fibrinolytic system in women with uterine endometrial cancer and myoma. *Int J Occup Med Environ Health.* 2013; 26 (2): 291–301. DOI: 10.2478/s13382-013-0089-z.

5. Utada M, Brenner AV, Preston DL, Cologne JB, Sakata R, Sugiyama H, et al. Radiation risks of uterine cancer in atomic bomb survivors: 1958–2009. *JNCI Cancer Spectr.* 2018; 2 (4): pky081. DOI: 10.1093/jncics/pky081.
6. Иванова М. К., Шайфутдинова Г. М., Иванова А. Ю. Анализ взаимосвязи онкологической заболеваемости злокачественными новообразованиями репродуктивной системы у женщин Удмуртии от показателей загрязнения атмосферного воздуха. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2018; 5 (ч. 2): 339–43.
7. Лазарев А. Ф., Лубенников В. А., Путилова А. А., Губина Г. Г. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения юго-западных районов Алтайского края и пути снижения канцерогенного риска. *Ползуновский вестник.* 2005; (4): 80–2.
8. Куденцова Г. В. Влияние антропогенных факторов на развитие злокачественных новообразований в Курской области. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНиСО.* 2007; (1): 19–23.
9. Ситдикова И. Д., Иванова М. К. Гигиеническая оценка и управление факторами риска канцерогенной и мутагенной опасности в условиях современного техногенеза. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНиСО.* 2013; (4): 11–3.
10. Израэль Ю. А., Богдевич И. М. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси. М.; Минск: Инфосфера, 2009; 140 с.
11. Яблоков А. В., Нестеренко В. Б., Нестеренко А. В., Преображенская Н. Е. Чернобыль: последствия Катастрофы для человека и природы. 6-е изд., доп. и перераб. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016; 826 с.
12. Яхрушин В. Н. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2023; 228 с. URL: https://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/ezhegodniki/rzrf/ezheg_rzrf_2023.pdf.
13. Романович И. К., Брук Г. Я., Базюкин А. Б., Братилова А. А., Яковлев В. А. Динамика средних годовых и накопленных доз облучения взрослого населения Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНиСО.* 2020; (3): 33–8.
14. Трапезникова Л. Н. Дозы облучения населения Брянской области от различных источников ионизирующего излучения за 2020 год (информационный справочник). Брянск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Брянской области, 2021; 51 с.
15. Города и районы Брянской области (статистический сборник). Брянск: Управление Федеральной службы государственной статистики по Брянской области, 2020; 255 с.
16. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». М.: Минприроды России; МГУ им. М. В. Ломоносова, 2023; 686 с.
17. Korsakov AV, Geger EV, Lagerev DG, Pugach LI, Mousseau TA. De novo congenital malformation frequencies in children from the Bryansk region following the Chernobyl disaster (2000–2017). *Heliyon.* 2020; (6): 8. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04616.
18. Korsakov AV, Golovleva AA, Troshin VP, Lagerev DG, Pugach LI. Ovarian malignancies frequency in the female population from the Bryansk region living in conditions of radioactive, chemical and combine contamination (2000–2020). *Life (Basel).* 2021; 11 (11): 1272. DOI: 10.3390/life11111272.
19. Korsakov AV, Kryukova AE, Troshin VP, Milushkina OY, Lagerev DG. Cervical and endometrial cancer incidence in the female population from the Bryansk region living in conditions of chemical, radioactive and combined environmental contamination (2000–2020). *Life (Basel).* 2022; 12 (10): 1488. DOI: 10.3390/life12101488.
20. Яблоков А. В. О концепции популяционного груза (обзор). *Гигиена и санитария.* 2015; (6): 11–4.
21. Первичная заболеваемость женского населения злокачественными новообразованиями яичников за 2000–2019 гг. Материалы Брянского областного онкологического диспансера. Брянск, 2021.
22. Yang HP, Brinton LA, Platz EA, Lissowska J, Lacey JV Jr, Sherman ME, et al. Active and passive cigarette smoking and the risk of endometrial cancer in Poland. *Eur J Cancer.* 2010; 46 (4): 690–6. DOI: 10.1016/j.ejca.2009.11.015.
23. Rieck G, Fiander A. The effect of lifestyle factors on gynaecological cancer. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2006; 20 (2): 227–51. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2005.10.010.
24. Шишкина О. Г., Приваленко В. В. Техногенная нагрузка как фактор риска рака тела матки у женщин разного возраста в Ростовской области. *Главный врач юга России.* 2011; 4 (27): 7–11.
25. Головлева А. А., Корсаков А. В., Трошин В. П., Милушкина О. Ю., Пивоваров Ю. П., Королик В. В. и др. Сравнительная оценка заболеваемости злокачественными новообразованиями яичников женщин, проживающих на экологически неблагоприятных территориях (2000–2019 гг.). *Российский вестник гигиены.* 2024; (4): 28–34. DOI: 10.24075/rbh.2024.114.

References

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024; 74 (3): 229–63. DOI: 10.3322/caac.21834.
2. Kaprin AD, Starinskiy VV, Shahzadova AO. Sostojanie onkologicheskoy pomoshhi naseleniju Rossii v 2022 godu. M.: MNIOL im. P. A. Gercena — filial FGBU "NMIC radiologii" Minzdrava Rossii, 2023; 236 p. (in Rus.).
3. Dutta S, Gorain B, Choudhury H, Roychoudhury S, Sengupta P. Environmental and occupational exposure of metals and female reproductive health. *Environ SciPollut Res Int.* 2022; 29 (41): 62067–92. DOI: 10.1007/s11356-021-16581-9.
4. Nasiadek M, Kilanowicz A, Darago A, Lazarenkow A, Michalska M. The effect of cadmium on the coagulation and fibrinolytic system in women with uterine endometrial cancer and myoma. *Int J Occup Med Environ Health.* 2013; 26 (2): 291–301. DOI: 10.2478/s13382-013-0089-z.
5. Utada M, Brenner AV, Preston DL, Cologne JB, Sakata R, Sugiyama H, et al. Radiation risks of uterine cancer in atomic bomb survivors: 1958–2009. *JNCI Cancer Spectr.* 2018; 2 (4): pky081. DOI: 10.1093/jncics/pky081.
6. Ivanova MK, Shajfudinova GM, Ivanova AJu. Analiz vzaimosvzaji onkologicheskoy zabolevaemosti zlokachestvennymi novoobrazovanijami reproduktivnoj sistemy u zhenshin Udmurtii ot pokazatelej zagraznenija atmosfernogo vozduha. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij.* 2018; 5 (ч. 2): 339–43 (in Rus.).
7. Lazarev AF, Lubennikov VA, Putilova AA, Gubina GG. Zabolevaemost' zlokachestvennymi novoobrazovanijami naselenija jugo-zapadnyh rajonov Altajskogo kraja i puti snizhenija kancerogennogo riska. *Polzunovskij vestnik.* 2005; (4): 80–2 (in Rus.).
8. Kudencova GV. Vlijanie antropogennyh faktorov na razvitie zlokachestvennyh novoobrazovanij v Kurskoj oblasti. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya — ZNiSO.* 2007; (1): 19–23 (in Rus.).
9. Sitdikova ID, Ivanova MK. Gigenicheskaja ocenka i upravlenie faktorami riska kancerogennoj i mutagennoj opasnosti v uslovijah sovremennogo tehnogeneza. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya — ZNiSO.* 2013; (4): 11–3 (in Rus.).
10. Izrael JuA, Bogdevich IM. Atlas sovremennyh i prognoznyh aspektov posledstvij avarii na Chernobyl'skoj AJeS na postradavshih territorijah Rossii i Belarusi. M.; Minsk: Infosfera, 2009; 140 p. (in Rus.).
11. Jablokov AV, Nesterenko VB, Nesterenko AV, Preobrazhenskaja NE. Chernobyl': posledstviya Katastrofy dlja cheloveka i prirody. 6-e izd., dop. i pererab. M.: Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 2016; 826 p. (in Rus.).
12. Jahrushin VN. Dannye po radioaktivnomu zagrazneniju territorii naselennyh punktov Rossijskoj Federacii ceziem-137, stronciem-90 i plutoniem-239+240. Obninsk: FGBU "NPO "Tajfun", 2023; 228

- p. (in Rus.). Available from: https://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/ezhegodniki/rzrf/ezheg_rzrf_2023.pdf.
13. Romanovich IK, Bruk GJa, Bazjukin AB, Bratilova AA, Jakovlev VA. Dinamika srednih godovyh i nakoplenykh doz oblucheniya vzroslogo naselenija Rossijskoj Federacii posle avarii na Chernobyl'skoj AJeS. Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya — ZNISO. 2020; (3): 33–8 (in Rus.).
 14. Trapeznikova LN. Dozy oblucheniya naselenija Brjanskoj oblasti ot razlichnyh istochnikov ionizirujushhego izlucheniya za 2020 god (informacionnyj spravochnik). Brjansk: Upravlenie Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka po Brjanskoj oblasti, 2021; 51 p. (in Rus.).
 15. Goroda i rajony Brjanskoj oblasti (statisticheskij sbornik). Brjansk: Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Brjanskoj oblasti, 2020; 255 p. (in Rus.).
 16. Gosudarstvennyj doklad "O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Rossijskoj Federacii v 2021 godu". M.: Minprirody Rossii; MGU im. M.V.Lomonosova, 2023; 686 p. (in Rus.).
 17. Korsakov AV, Geger EV, Lagerev DG, Pugach LI, Mousseau TA. De novo congenital malformation frequencies in children from the Bryansk region following the Chernobyl disaster (2000–2017). Heliyon. 2020; (6): 8. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04616.
 18. Korsakov AV, Golovleva AA, Troshin VP, Lagerev DG, Pugach LI. Ovarian malignancies frequency in the female population from the Bryansk region living in conditions of radioactive, chemical and combine contamination (2000–2020). Life (Basel). 2021; 11 (11): 1272. DOI: 10.3390/life11111272.
 19. Korsakov AV, Kryukova AE, Troshin VP, Milushkina OY, Lagerev DG. Cervical and endometrial cancer incidence in the female population from the Bryansk region living in conditions of chemical, radioactive and combined environmental contamination (2000–2020). Life (Basel). 2022; 12 (10): 1488. DOI: 10.3390/life12101488.
 20. Jablovkov AV. O koncepcii populjacionnogo gruzha (obzor). Gigiena i sanitarija. 2015; (6): 11–4 (in Rus.).
 21. Pervichnaja zablevaemost' zhenskogo naselenija zlokachestvennymi novoobrazovanijami jaichnikov za 2000–2019 gg. Materialy Brjanskogo oblastnogo onkologicheskogo dispansera. Brjansk, 2021. (In Rus.).
 22. Yang HP, Brinton LA, Platz EA, Lissowska J, Lacey JV Jr, Sherman ME, et al. Active and passive cigarette smoking and the risk of endometrial cancer in Poland. Eur J Cancer. 2010; 46 (4): 690–6. DOI: 10.1016/j.ejca.2009.11.015.
 23. Rieck G, Fiander A. The effect of lifestyle factors on gynaecological cancer. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol. 2006; 20 (2): 227–51. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2005.10.010.
 24. Shishkina OG, Privalenko VV. Tehnogennaja nagruzka kak faktor riska raka tela matki u zhenshin raznogo vozrasta v Rostovskoj oblasti. Glavnyj vrach juga Rossii. 2011; 4 (27): 7–11 (in Rus.).
 25. Golovleva AA, Korsakov AV, Troshin VP, Milushkina OY, Pivovarov YP, Korolik VV, et al. Comparative assessment of the incidence of malignant neoplasms of the ovaries in women living in the environmentally disadvantaged areas (200–2019). Russian Bulletin of Hygiene. 2024; (4): 27–33. DOI: 10.24075/rbh.2024.114.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПСИХОМОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

П. И. Храмов, А. М. Курганский [✉], Н. О. Березина, Е. В. Антонова, А. Ю. Краева

Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва, Россия

Существенное изменение образа жизни современных детей, связанное с активным использованием цифровых устройств в учебной и досуговой деятельности, может влиять на их психомоторное развитие. Целью исследования было оценить влияние использования смартфонов и компьютеров на показатели психомоторных функций у младших школьников. Проведено анкетирование 333 родителей обучающихся 1–4-х классов МАОУ «Земская гимназия» г. Балашиха по вопросам жизнедеятельности детей. Было оценено экранное время школьников при использовании компьютера и смартфона в течение дня и недели. Для оценки психомоторных функций обучающихся использовали тест «Домик» и мотометрический тест, который проводили педагоги. Оценка влияния использования компьютера на показатели психомоторного развития выявила корреляционную зависимость: так, при использовании компьютера отмечено ухудшение состояния мелкой моторики; коэффициент корреляции (r) между параметрами зрительно-моторной координации и длительностью использования компьютера в день составил 0,320 ($p = 0,002$). Коэффициент корреляции между длительностью использования компьютера и итоговой оценкой уровня психомоторного развития у младших школьников составил 0,235 ($p = 0,028$). Аналогичный результат был получен для показателя интегральной оценки уровня развития мелкой моторики и его связи с длительностью использования компьютера в день: $r = 0,253$ ($p = 0,025$). При этом корреляционная связь между продолжительностью экранного времени при использовании смартфона и психомоторными функциями отсутствует. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и обосновании профилактических технологий для предупреждения отрицательного влияния цифровых устройств на развитие психомоторных функций у детей, особенно на начальном этапе систематического обучения.

Ключевые слова: мелкая моторика, зрительно-моторная координация, цифровое устройство, смартфон, экранное время

Финансирование: работа выполнена в рамках Госзадания «Системные профилактические технологии формирования здоровья обучающихся в образовательных организациях (2022–2024)».

Вклад авторов: П. И. Храмов — теоретическое обоснование и организация исследования, окончательная редакция текста; А. М. Курганский — статистическая обработка данных, написание текста статьи; Н. О. Березина — сбор материала, подготовка базы данных; Е. В. Антонова — организация исследования, окончательная редакция текста; А. Ю. Краева — подготовка обзора литературы; все авторы — обсуждение и работа над текстом статьи.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено этическим комитетом ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России (протокол № 3 от 25 марта 2021 г.).

✉ **Для корреспонденции:** Александр Михайлович Курганский
Ломоносовский проспект, д. 2, стр. 1, г. Москва, 119991, Россия; kurgansk@yandex.ru

Статья получена: 01.08.2025 **Статья принята к печати:** 19.11.2025 **Опубликована онлайн:** 23.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.145

Авторские права: © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF USING DIGITAL DEVICES ON PSYCHOMOTOR FUNCTION INDICATORS IN PRIMARY SCHOOL STUDENTS

Khramtsov PI, Kurgansky AM [✉], Berezina NO, Antonova EV, Krayeva AYU

National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia

A significant change in the lifestyle of modern children associated with the active use of digital devices in educational and leisure activities can affect their psychomotor development. The study aimed to assess the effect of using smartphones and computers on psychomotor function indicators in primary school students. A questionnaire survey of 333 parents of the 1–4-year students attending Zemskaya Gimnasia in Balashikha on issues of children's life was conducted. The students' screen time when using a computer and smartphone throughout the day and week was estimated. To assess the students' psychomotor functions, the Little House test and motometric test conducted by teachers were used. Assessment of the effect of computer use on psychomotor development indicators revealed a correlation. Thus, when using a computer, a deterioration in fine motor skills was noted; the correlation coefficient (r) for the parameters of visual-motor coordination and the duration of computer use per day was 0.320 ($p = 0.002$). The correlation coefficient for the duration of computer use and the primary school students' final psychomotor development score was 0.235 ($p = 0.028$). The same result was obtained for the integrated assessment of fine motor skill development and its association with the duration of computer use per day: $r = 0.253$ ($p = 0.025$). However, there was no correlation between screen time when using a smartphone and psychomotor functions. The findings can be used in the development and justification of preventive technologies to prevent the negative impact of digital devices on the development of psychomotor functions in children, especially at the initial stage of systematic education.

Keywords: fine motor skills, visual-motor coordination, digital device, smartphone, screen time

Funding: the study was carried out under the State Task "Systemic preventive health-supporting technologies for attendees of educational organizations (2022–2024)".

Author contribution: Khramtsov PI — theoretical basis and organization of the research, final version of the manuscript; Kurgansky AM — statistical data processing, manuscript writing; Berezina NO — data acquisition, preparing a database; Antonova EV — organization of the research, final version of the manuscript; Krayeva AYU — literature review; all authors — discussion and work on the manuscript.

Compliance with ethical standards: the study was approved by the Ethics Committee of the National Medical Research Center for Children's Health (protocol No. 3 dated 25 March 2021).

✉ **Correspondence should be addressed:** Alexander M. Kurgansky
Lomonosovsky Prospekt, 2, bld. 1, Moscow, 119991, Russia; kurgansk@yandex.ru

Received: 01.08.2025 **Accepted:** 19.11.2025 **Published online:** 23.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.145

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Актуальной проблемой здоровьесбережения у детей является исследование закономерностей развития психомоторных функций в условиях широкого использования цифровых устройств в повседневной жизни. Есть значительное количество исследований, посвященных цифровой среде [1, 2], при этом исследований влияния гаджетов на мелкую моторику намного меньше.

Результаты научных исследований свидетельствуют о том, что уровень развития психомоторных функций влияет на навыки чтения [3], почерк [4, 5], формирование навыков крупной моторики [6] и даже развитие воображения [7].

Данную проблему активно изучают как отечественные [8–10], так и зарубежные ученые [11–13]. Ряд авторов указывает на важность проблемы отрицательного влияния гаджетов на мелкую моторику дошкольников и младших школьников [14–17].

Некоторые работы посвящены специальным играм для развития мелкой моторики, которые можно использовать для профилактики длительного воздействия экранного времени [18].

Оценивая влияние различных цифровых устройств на показатели психомоторных функций, следует отметить значительное количество работ, в которых оценивают влияние планшета на развитие мелкой моторики, при этом эффект оценивают как отрицательно [19, 20], так и положительно [13, 21–23]. В ряде работ изучают воздействие развивающих игрушек в сравнении с сенсорным экраном [24].

Однако несмотря на многочисленные исследования воздействия цифровых устройств на организм обучающихся, дифференциальная оценка влияния смартфонов и компьютеров на показатели психомоторных функций у младших школьников остается недостаточно изученной.

Целью исследования было оценить влияние использования смартфонов и компьютеров на показатели психомоторных функций у младших школьников.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведен опрос 333 родителей младших школьников 1–4-х классов МАОУ «Земская гимназия» г. Балашиха с использованием авторской анкеты. Оценены частота и продолжительность использования компьютера и смартфона в течение дня и недели.

Таблица 1. Продолжительность использования компьютера и смартфона младшими школьниками в течение дня

Продолжительность использования	Компьютер, $n = 101$			Смартфон, $n = 171$		
	Абс.	%	95% ДИ	Абс.	%	95% ДИ
До 30 мин	32	31,7	22,6–40,8	52	30,4	23,5–37,3
От 30 мин до 1 ч	33	32,7	23,5–41,8	53	31	24,1–37,9
От 1 ч до 2 ч	17	16,8	9,5–24,1	29	17	11,3–22,6
От 2 ч до 3 ч	6	5,9	1,3–10,6	19	11,1	6,4–15,8
Более 3 ч	13	12,9	6,3–19,4	18	10,5	5,9–15,1

Таблица 2. Частота использования компьютера и смартфона младшими школьниками в течение недели

Частота использования	Компьютер, $n = 102$			Смартфон, $n = 205$		
	Абс.	%	95% ДИ	Абс.	%	95% ДИ
Только в выходные дни	25	24,5	16,2–32,9	19	9,3	5,3–13,2
1–2 раза в неделю	35	34,3	25,1–43,5	15	7,3	3,8–10,9
3–4 раза в неделю	9	8,8	3,3–14,3	34	16,6	11,5–21,7
5–6 раз в неделю	7	6,9	2,0–11,8	28	13,7	9,0–18,4
Ежедневно	26	25,5	17,0–33,9	109	53,2	46,3–60,0

Для оценки уровня развития психомоторных функций у младших школьников проведено одномоментное исследование, включающее в себя тест «Домик» и мотометрический тест, которые позволили оценить уровень развития произвольного внимания, пространственного восприятия, зрительно-моторной координации. Эти показатели были учтены при определении итоговой оценки уровня психомоторного развития. Интегральная оценка уровня развития мелкой моторики предполагала оценку результатов выполнения теста «Домик» и мотометрического теста [25].

Для показателей продолжительности экранного времени и развития психомоторных функций выполнены корреляционный анализ по критерию Пирсона и сравнение средних значений по критерию Стьюдента для несвязанных выборок. Результат считали значимым при уровне ошибки $p < 0,05$. Для статистической обработки использовали программы MS Excel (Microsoft; США), SPSS v. 23 (IBM; США), онлайн-калькулятор риска (<https://medstatistic.ru/calculators/calcrisk.html>).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Продолжительность и частоту использования различных цифровых устройств младшими школьниками оценивали в течение дня и недели (табл. 1 и 2).

Результаты исследования свидетельствуют о том, что менее часа в день используют компьютер 64,4% младших школьников, смартфон — 61,4% детей.

Согласно [26], рекомендованное время использования электронных средств обучения (ЭСО), включая досуговую деятельность, для учеников 1–2-х классов составляет 80 минут, для учеников 3–4-х классов — 90 минут. Таким образом, недопустимая длительность использования (в течение двух часов и более) компьютера наблюдается у 32,4% детей, смартфона — у 66,9% младших школьников.

Анализируя данные табл. 2, можно сделать вывод, что 1–2 раза в неделю компьютером предпочитают пользоваться 34,3% детей, ежедневно — 25,5% детей, только в выходные дни — 24,5% детей. При этом ежедневно пользоваться смартфоном предпочитают 53,2% младших школьников.

Результаты оценки уровня развития психомоторных функций у младших школьников представлены в табл. 3.

Таблица 3. Уровень развития психомоторных функций у младших школьников ($n = 290$)

Уровень развития	Произвольное внимание			Пространственное восприятие			Зрительно-моторная координация			Итоговая оценка уровня психомоторного развития		
	Абс.	%	95% ДИ	Абс.	%	95% ДИ	Абс.	%	95% ДИ	Абс.	%	95% ДИ
Высокий	279	75,5	94,0–98,4	81	27,9	22,8–33,1	68	23,4	18,6–28,3	33	11,4	7,7–15,0
Средний	29	10	6,5–13,5	173	59,7	53,7–65,0	211	72,8	67,6–77,9	179	61,7	56,1–67,3
Низкий	42	14,5	10,4–15,0	36	12,4	8,6–16,2	11	3,8	1,6–6,0	78	26,9	21,8–32,0

Статистический анализ показателей психомоторных функций позволил установить, что высокий уровень развития функции произвольного внимания имеет место у 75,5% детей, пространственного восприятия — у 27,9%, зрительно-моторной координации — у 23,4%. По данным итоговой оценки, высокий уровень развития психомоторных функций определен только у 11,4% детей.

Средний уровень развития произвольного внимания установлен у 10,0% обучающихся, пространственного восприятия — у 59,7%, зрительно-моторной координации — у 72,8%. По данным итоговой оценки, средний уровень психомоторного развития отмечен у 61,7% детей.

Полученные данные свидетельствуют о том, что у младших школьников преобладают высокий уровень развития произвольного внимания, средний уровень развития пространственного восприятия и зрительно-моторной координации.

Низкий уровень развития произвольного внимания наблюдался у 14,5%, пространственного восприятия — у 12,4%, зрительно-моторной координации — у 3,8% детей.

По данным итоговой оценки, низкий уровень психомоторного развития отмечен у 26,9%.

Результаты анализа корреляции показателей психомоторных функций с частотой и длительностью использования цифровых устройств детьми представлены в табл. 4.

Согласно данным табл. 4, недельная длительность использования цифровых устройств не влияет

на психомоторное развитие. Из табл. 4 видно, что дневное использование компьютера приводит к снижению ряда показателей, что не наблюдается при использовании смартфона.

При использовании компьютера отмечено ухудшение состояния мелкой моторики. Коэффициент корреляции (r) между параметрами зрительно-моторной координации и длительностью использования компьютера в день составил 0,320 ($p = 0,002$).

Анализ рисков показал, что использование компьютера более часа в день является фактором риска несформированности функций зрительно-моторной координации: ОР = 1,38 (1,13–1,69).

При оценке влияния использования компьютера на показатели психомоторного развития также обнаружена корреляционная зависимость между длительностью использования компьютера младшими школьниками и итоговой оценкой уровня их психомоторного развития ($r = 0,235$; $p = 0,028$). Аналогичный результат получен для показателя интегральной оценки уровня развития мелкой моторики и его связи с длительностью использования компьютера в день: $r = 0,253$ ($p = 0,025$). При использовании компьютера более часа в день риск несформированности мелкой моторики по показателю интегральной оценки был следующим: ОР = 1,40 (1,12–1,75).

При использовании смартфона корреляционных зависимостей между экраным временем и показателями психомоторных функций обнаружено не было.

Таблица 4. Взаимосвязь показателей психомоторных функций, частоты и длительности использования цифровых устройств у младших школьников

Показатели психомоторных функций		Частота использования компьютера в неделю	Частота использования смартфона в неделю	Длительность использования компьютера в день	Длительность использования смартфона в день
Внимание	r	0,109	0,116	0,15	0,143
	p	0,306	0,112	0,163	0,07
	n	90	190	88	162
Пространственное восприятие	r	0,037	–0,017	–0,025	–0,014
	p	0,727	0,811	0,815	0,855
	n	90	190	88	162
Зрительно-моторная координация	r	0,076	0,037	0,320**	0,153
	p	0,474	0,613	0,002	0,052
	n	90	190	88	162
Итоговая оценка уровня психомоторного развития	r	0,156	0,013	0,235*	0,065
	p	0,141	0,855	0,028	0,413
	n	90	190	88	162
Мелкая моторика (мотометрический тест)	r	–0,043	0,047	0,032	0,006
	p	0,7	0,553	0,777	0,941
	n	83	165	82	146
Интегральная оценка уровня развития мелкой моторики	r	0,033	0,055	0,253*	0,152
	p	0,773	0,486	0,025	0,071
	n	79	161	79	142

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,001$.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В современных цифровых устройствах существует два основных технических способа ввода информации: использование кнопок или сенсорных панелей — жестов (свайпа).

При использовании физических (механических) кнопок клавиатуры необходимо определенное рабочее усилие нажатия клавиши до соответствующего щелчка (от 0,25 до 1,5 Н) [27], то есть требуется только надпороговое усилие. Тактильная обратная связь сводится к минимуму — есть нажатие или нет. При использовании клавиатуры, например, для игр, важна только скорость сенсомоторной реакции без учета ее качества.

При использовании жестов, характерных для использования смартфонов, движения, напротив, более высококоординированные, требующие большей уравновешенности и подвижности нервных процессов. Большую роль в этом случае играет кинестетическая обратная связь. Объекты на сенсорном экране по размеру меньше клавиатурных кнопок, в связи с чем требуются более точное усилие и более сложные движения.

Следует отметить, что схожая аргументация приведена в статье [28]. По мнению автора, тактильные ощущения формирует целостное полимодальное восприятие предмета, что исключено при использовании цифровых устройств, когда необходим только свайп или нажатие на кнопку.

Важно отметить, что есть исследования, в которых сравнивают клавиатурное письмо с ручным [29], а также приводят оценку влияния различных сенсорных экранов на показатели развития мелкой моторики. Результаты этих исследований противоречивы [30, 31]. Сравнительных исследований клавиатурного письма и использования сенсорных экранов не обнаружено.

Клавиатурное письмо и использование сенсорного экрана представляют собой две принципиально разные сенсомоторные задачи.

При наборе текста с помощью клавиатуры движения пальцев дискретные и точные. На первый план выходят такие параметры, как ритм и автоматизация моторных актов, связанная с моторной памятью.

При использовании сенсорного экрана жесты более вариативные и амплитудные. Присутствуют касания, пролистывание, масштабирование, большое значение придается зрительно-пространственной переработке, обработке тактильной информации. Велика роль эмоционального положительного подкрепления.

Таким образом, использование физических кнопок положительно влияет на продуктивность работы и развитие темпа, точности, а виртуальные кнопки и жесты положительно влияют на развитие тактильных и зрительно-моторных функций мелкой моторики, что в большей степени коррелирует с показателями, заложенными в тест «Домик». При этом, как показало исследование, чрезмерная стимуляция функций, связанных с темпом и точностью при клавиатурном письме, приводит к значимому нарушению тактильных и зрительно-моторных взаимодействий, более характерных для использования сенсорных экранов.

Таким образом, использование сенсорных экранов с тактильными жестами для детей является физиологически более обоснованным, чем использование клавиатуры, поскольку не происходит нарушение формирования функций мелкой моторики.

При этом важно отметить, что клавиатурному письму необходимо обучать для выработки навыка продуктивной работы, зависящей от темпа и точности выполнения задания.

ВЫВОДЫ

Оценка влияния использования компьютера на показатели психомоторного развития выявила корреляционную зависимость. При использовании компьютера отмечено ухудшение состояния мелкой моторики, коэффициент корреляции (r) между параметрами зрительно-моторной координации и длительностью использования компьютера в день составил 0,320 ($p = 0,002$). Коэффициент корреляции между длительностью использования компьютера младшими школьниками и итоговой оценкой уровня их психомоторного развития составил 0,235 ($p = 0,028$). Аналогичный результат получен для показателя интегральной оценки уровня развития мелкой моторики и его связи с длительностью использования компьютера в день ($r = 0,253$; $p = 0,025$).

Использование устройств с сенсорными панелями не оказывает отрицательного влияния на развитие мелкой моторики по результатам выполнения теста «Домик».

Результаты исследования могут быть использованы при разработке и обосновании профилактических технологий предупреждения отрицательного влияния цифровых устройств на развитие мелкой моторики у младших школьников, особенно у школьников со сниженными показателями психомоторных функций.

Литература

1. Милушкина О. Ю., Скоблина Н. А., Маркелова С. В. Закономерности влияния электронных устройств на образ жизни и здоровье молодого поколения. *Российский вестник гигиены*. 2024; (2): 4–8. DOI: 10.24075/rbh.2024.094.
2. Павлова Г. В., Маркелова С. В., Мартюшева В. И. Ведущие факторы риска нарушений органа слуха при использовании детьми, подростками и молодежью мобильных электронных устройств с наушниками. *Российский вестник гигиены*. 2021; (4): 8–11. DOI: 10.24075/rbh.2021.028.
3. Suggate SP, Pufke E, Stoeger H. Do fine motor skills contribute to early reading development. *J Res Read*. 2018; (41): 1–19.
4. Seo SM. The effect of fine motor skills on handwriting legibility in preschool age children. *J Phys Ther Sci*. 2018; 30 (2): 324–7. DOI: 10.1589/jpts.30.324.
5. Suggate SP, Karle V, Kipfelsberger T, Stoeger H. The effect of fine motor skills, handwriting, and typing on reading development. *J Exp Child Psychol*. 2023; 232 (2). DOI:10.1016/j.jecp.2023.105674.
6. Katagiri M, Ito H, Murayama Y, Hamada M, Nakajima S, Takayanagi N, et al. Fine and gross motor skills predict later psychosocial maladaptation and academic achievement. *Brain Dev*. 2021; 43 (5): 605–15. DOI: 10.1016/j.braindev.2021.01.003.
7. Martzog P, Suggate SP. Fine motor skills and mental imagery: Is it all in the mind? *J Exp Child Psychol*. 2019; (186): 59–72. DOI: 10.1016/j.jecp.2019.05.002.
8. Храмов П. И., Березина Н. О., Курганский А. М., Храмова С. Н. Оценка взаимосвязи мелкой моторики и функции равновесия у младших школьников. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2022; (2): 48–53.

9. Храмов П. И., Березина Н. О., Курганский А. М. Оценка развития мелкой моторики, функции равновесия и статокINETической устойчивости у младших школьников. *Здоровье населения и среда обитания* — ЗНиСО. 2021; 29 (12): 41–7.
10. Шарипова М. Д. Развитие мелкой моторики младших школьников с помощью декоративного рисования. *Студенческий вестник*. 2023; 17-1 (256): 68–73.
11. Debue N, van de Leemput C, Pradhan A, Atkinson R. Comparative study of laptops and touch-screen PCs for searching on the web. In: Harris D., editor. *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. EPCE 2018. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 10906. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-91122-9_33.
12. Plotnick R. Force, flatness and touch without feeling: Thinking historically about haptics and buttons. *New Media & Society*. 2017; 19 (10): 1632–52. DOI: 10.1177/1461444817717510.
13. Moon JH, Cho SY, Lim SM, Roh JH, Koh MS, Kim YJ, et al. Smart device usage in early childhood is differentially associated with fine motor and language development. *Acta Paediatr*. 2019; 108 (5): 903–10. DOI: 10.1111/apa.14623.
14. Гаджибабаева Д. Р. Влияние компьютера на психологическое здоровье детей 4–5 лет. В сборнике: *Психологическая безопасность образовательной среды* — сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. 2016; 32–6.
15. Осипова А. А., Лысенко Н. А., Бородин И. А. Цифровизация в начальной школе: психолого-педагогические проблемы. *Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология*. 2020; 3 (2): 125–40.
16. Сайкина Г. К. Поколение Z: цифровой суперинтеллект или цифровое слабоумие? В сборнике: *Общество 5.0. Парадоксы цифрового будущего. VII Садыковские чтения: материалы Международной научно-образовательной конференции*. Казань 15–16 ноября 2019 года. Казань: Издательство Казанского университета, 2019; 194–202.
17. Шевякова Т. Н., Демехова В. Н. Ребенок и компьютер: за и против. В сборнике: *Развитие родительских компетенций. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием)*. Москва, 25–27 июня 2015 года. Часть I. М., 2015; 71–4.
18. Красаускас Д. П. Влияние современных игрушек на развитие детей раннего и дошкольного возраста. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2021; 12 (1): 71–6. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-12-1-71-76.
19. Lin LY, Cherng RJ, Chen YJ. Effect of touch screen tablet use on fine motor development of young children. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2017; 37 (5): 457–67. DOI: 10.1080/01942638.2016.1255290.
20. Lin LY. Differences between preschool children using tablets and non-tablets in visual perception and fine motor skills. *Hong Kong J Occup Ther*. 2019; 32 (2): 118–26. DOI: 10.1177/1569186119888698.
21. Souto PHS, Santos JN, Leite HR, Hadders-Algra M, Guedes SC, Nobre JNP, et al. Tablet use in young children is associated with advanced fine motor skills. *J Mot Behav*. 2020; 52 (2): 196–203. DOI: 10.1080/00222895.2019.1602505.
22. Axford C, Joosten AV, Harris C. iPad applications that required a range of motor skills promoted motor coordination in children commencing primary school. *Aust Occup Ther J*. 2018; 65 (2): 146–55. DOI: 10.1111/1440-1630.12450.
23. Borecki L, Tolstych K, Pokorski M. Computer games and fine motor skills. *Adv Exp Med Biol*. 2013; (755): 343–8. DOI: 10.1007/978-94-007-4546-9_43.
24. Coutinho F. Two-dimensional solutions in a multi-dimensional world? A commentary on "effect of touch screen tablet use on fine motor development of young children". *Phys Occup Ther Pediatr*. 2017; 37 (5): 468–70. DOI: 10.1080/01942638.2017.1362811.
25. Храмов П. И., Березина Н. О. Модифицированная методика оценки психомоторного развития младших школьников. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2021; (2): 48–52.
26. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
27. ГОСТ Р ИСО 9241-4—2009 «Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT)». Часть 4. Требования к клавиатуре.
28. Смирнова Е. О., Матушкина Н. Ю., Смирнова С. Ю. Виртуальная реальность в раннем и дошкольном детстве. *Психологическая наука и образование*. 2018; 23 (3): 42–53 DOI: 10.17759/pse.2018230304.
29. Kiefer M, Schuler S, Mayer C, Trumpp NM, Hille K, Sachse S. Handwriting or typewriting? The influence of pen or key-board-based writing training on reading and writing performance in preschool children. *Adv Cogn Psychol*. 2015; (11): 136–46.
30. Gago-Galvagno LG, Perez ML, Justo MM, Miller SE, Simaes AC, Elgier AM, et al. Contributions of screen use on early language and development milestones in Argentinean toddlers from different socioeconomic contexts. *Trends Psychol*. 2023; 1–18. DOI: 10.1007/s43076-023-00292-w.
31. Bedford R, Saez de Urabain IR, Cheung CH, Kamiloff-Smith A, Smith TJ. Toddlers' fine motor milestone achievement is associated with early touchscreen scrolling. *Front Psychol*. 2016; (7): 1108.

References

1. Milushkina OY, Skobolina NA, Markelova SV. Patterns of influence of electronic devices on lifestyle and health of young adults. *Russian Bulletin of Hygiene*. 2024; (2): 4–8. DOI: 10.24075/rbh.2024.094.
2. Pavlova GV, Markelova SV, Martiusheva VI. Key hearing loss risk factors for children, adolescents and youth associated with use of mobile electronic devices with headphones. *Russian Bulletin of Hygiene*. 2021; (4): 8–11. DOI: 10.24075/rbh.2021.028.
3. Suggate SP, Pufke E, Stoeger H. Do fine motor skills contribute to early reading development. *J Res Read*. 2018; (41): 1–19.
4. Seo SM. The effect of fine motor skills on handwriting legibility in preschool age children. *J Phys Ther Sci*. 2018; 30 (2): 324–7. DOI: 10.1589/jpts.30.324.
5. Suggate SP, Karle V, Kipfelsberger T, Stoeger H. The effect of fine motor skills, handwriting, and typing on reading development. *J Exp Child Psychol*. 2023; 232 (2): DOI:10.1016/j.jecp.2023.105674.
6. Katagiri M, Ito H, Murayama Y, Hamada M, Nakajima S, Takayanagi N, et al. Fine and gross motor skills predict later psychosocial maladaptation and academic achievement. *Brain Dev*. 2021; 43 (5): 605–15. DOI: 10.1016/j.braindev.2021.01.003.
7. Martzog P, Suggate SP. Fine motor skills and mental imagery: Is it all in the mind? *J Exp Child Psychol*. 2019; (186): 59–72. DOI: 10.1016/j.jecp.2019.05.002.
8. Hramcov PI, Berezina NO, Kurganskij AM, Hramcova SN. Ocenka vzaimosvjazi melkoj motoriki i funkcii ravnovesija u mladshih shkol'nikov. *Voprosy shkol'noj i universitetskoj mediciny i zdorov'ja*. 2022; (2): 48–53 (in Rus.).
9. Hramcov PI, Berezina NO, Kurganskij AM. Ocenka razvitija melkoj motoriki, funkcii ravnovesija i statokINETicheskoj ustojchivosti u mladshih shkol'nikov. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya* — ZNiSO. 2021; 29 (12): 41–7 (in Rus.).
10. Sharipova MD. Razvitie melkoj motoriki mladshih shkol'nikov s pomoshh'ju dekorativnogo risovanija. *Studencheskij vestnik*. 2023; 17-1 (256): 68–73 (in Rus.).
11. Debue N, van de Leemput C, Pradhan A, Atkinson R. Comparative study of laptops and touch-screen PCs for searching on the web. In: Harris D., editor. *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. EPCE 2018. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 10906. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-91122-9_33.
12. Plotnick R. Force, flatness and touch without feeling: Thinking historically about haptics and buttons. *New Media & Society*. 2017; 19 (10): 1632–52. DOI: 10.1177/1461444817717510.
13. Moon JH, Cho SY, Lim SM, Roh JH, Koh MS, Kim YJ, et al. Smart device usage in early childhood is differentially associated with

- fine motor and language development. *Acta Paediatr.* 2019; 108 (5): 903–10. DOI: 10.1111/apa.14623.
14. Gadzhibabaeva DR. Vliyanie komp'yutera na psihologicheskoe zdorov'e detej 4–5 let. V sbornike: Psihologicheskaja bezopasnost' obrazovatel'noj sredy — sbornik dokladov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2016; 32–6 (in Rus.).
 15. Osipova AA, Lysenko NA, Borodin IA. Cifrovizacija v nachal'noj shkole: psihologo-pedagogicheskie problemy. *Innovacionnaja nauka: psihologija, pedagogika, defektologija.* 2020; 3 (2): 125–40 (in Rus.).
 16. Sajkina GK. Pokolenie Z: cifrovoj superintellekt ili cifrovoe slaboumie? V sbornike: Obshhestvo 5.0. Paradoksy cifrovogo budushhego. VII Sadykovskie chtenija: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-obrazovatel'noj konferencii. Kazan' 15–16 nojabrja 2019 goda. Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta, 2019; 194–202 (in Rus.).
 17. Shevjakova TN, Demehova VN. Rebenok i komp'yuter: za i protiv. V sbornike: Razvitie roditel'skih kompetencij. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem). Moskva, 25–27 ijunja 2015 goda. Chast' I. M., 2015; 71–4 (in Rus.).
 18. Krasauskas DP. Vliyanie sovremennyh igrushek na razvitie detej rannego i doskol'nogo vozrasta. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk.* 2021; 12 (1): 71–6 (in Rus.). DOI: 10.24412/2500-1000-2021-12-1-71-76.
 19. Lin LY, Cherng RJ, Chen YJ. Effect of touch screen tablet use on fine motor development of young children. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2017; 37 (5): 457–67. DOI: 10.1080/01942638.2016.1255290.
 20. Lin LY. Differences between preschool children using tablets and non-tablets in visual perception and fine motor skills. *Hong Kong J Occup Ther.* 2019; 32 (2): 118–26. DOI: 10.1177/1569186119888698.
 21. Souto PHS, Santos JN, Leite HR, Hadders-Algra M, Guedes SC, Nobre JNP, et al. Tablet use in young children is associated with advanced fine motor skills. *J Mot Behav.* 2020; 52 (2): 196–203. DOI: 10.1080/00222895.2019.1602505.
 22. Axford C, Joosten AV, Harris C. iPad applications that required a range of motor skills promoted motor coordination in children commencing primary school. *Aust Occup Ther J.* 2018; 65 (2): 146–55. DOI: 10.1111/1440-1630.12450.
 23. Borecki L, Tolstych K, Pokorski M. Computer games and fine motor skills. *Adv Exp Med Biol.* 2013; (755): 343–8. DOI: 10.1007/978-94-007-4546-9_43.
 24. Coutinho F. Two-dimensional solutions in a multi-dimensional world? A commentary on "effect of touch screen tablet use on fine motor development of young children". *Phys Occup Ther Pediatr.* 2017; 37 (5): 468–70. DOI: 10.1080/01942638.2017.1362811.
 25. Hramcov PI, Berezina NO. Modificirovannaja metodika ocenki psihomotornogo razvitiya mladshih shkol'nikov. *Voprosy shkol'noj i universitetskoj mediciny i zdorov'ja.* 2021; (2): 48–52 (in Rus.).
 26. SanPiN 1.2.3685-21 "Gigienicheskie normativy i trebovanija k obespecheniju bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlja cheloveka faktorov sredy obitaniya" (in Rus.).
 27. GOST R ISO 9241-4—2009 "Jergonomicheskie trebovanija k provedeniju ofisnyh rabot s ispol'zovaniem videodisplejnyh terminalov (VDT)". Chast' 4. Trebovanija k klaviature (in Rus.).
 28. Smirnova EO, Matushkina NJu, Smirnova SJu. Virtual'naja real'nost' v rannem i doskol'nom detstve. *Psihologicheskaja nauka i obrazovanie.* 2018; 23 (3): 42–53 DOI: 10.17759/pse.2018230304.
 29. Kiefer M, Schuler S, Mayer C, Trumpp NM, Hille K, Sachse S. Handwriting or typewriting? The influence of pen or key-board-based writing training on reading and writing performance in preschool children. *Adv Cogn Psychol.* 2015; (11): 136–46.
 30. Gago-Galvagno LG, Perez ML, Justo MM, Miller SE, Simaes AC, Elgier AM, et al. Contributions of screen use on early language and development milestones in Argentinean toddlers from different socioeconomic contexts. *Trends Psychol.* 2023; 1–18. DOI: 10.1007/s43076-023-00292-w.
 31. Bedford R, Saez de Urabain IR, Cheung CH, Karmiloff-Smith A, Smith TJ. Toddlers' fine motor milestone achievement is associated with early touchscreen scrolling. *Front Psychol.* 2016; (7): 1108.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ КОФЕ И КОФЕИНСОДЕРЖАЩИХ НАПИТКОВ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ МОЛОДЕЖИ

И. И. Либина, Н. Ю. Черных, Е. П. Мелихова [✉], А. В. Скребнева, М. В. Васильева, И. В. Журавлева

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко, Воронеж, Россия

В настоящее время имеет место рост уровня потребления кофеинсодержащих напитков, в том числе кофе, во всех возрастных группах, включая подростков и молодежь. Риски для здоровья при потреблении кофеина особенно высоки среди молодежи, что обусловлено особенностями физиологического развития и поведенческими факторами. Для многих возрастных групп, в том числе детей, подростков и молодежи, безопасные уровни суточной нормы кофеина не определены. Целью исследования было выполнить гигиеническую оценку потребления кофе и кофеинсодержащих напитков учащимися медицинского университета и выявить возможные риски здоровью. Проведено анкетирование студентов лечебного и педиатрического факультетов ($n = 300$) с использованием стандартизированной анкеты. Статистическую обработку данных выполняли с использованием методов описательной статистики, t -критерия Стьюдента, корреляционного анализа Пирсона. Полученные данные подчеркивают неоднородность особенностей потребления кофеина студентами. Наряду с теми, кто не испытывает выраженных эффектов от кофе, существует значительная группа, у которой наблюдаются как положительные (прилив энергии, спокойствие), так и отрицательные (тахикардия, проблемы со сном) последствия. Проведенное исследование свидетельствует об отрицательном влиянии частого употребления кофеинсодержащих напитков на сердечно-сосудистую систему и сон. Их регулярное потребление вызывает тревожность, ведет к толерантности. Полученные данные подчеркивают актуальность проблемы неконтролируемого и раннего потребления кофеина в молодежной среде. Рекомендуется разработать и внедрить меры по информированию молодежи о безопасных уровнях употребления кофеина.

Ключевые слова: гигиеническая оценка, кофе, кофеин, студенты, здоровье

Вклад авторов: все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

Соблюдение этических стандартов: проведенное исследование соответствовало требованиям биомедицинской этики. От каждого участника получено письменное добровольное информированное согласие.

✉ **Для корреспонденции:** Екатерина Петровна Мелихова
ул. Студенческая, д. 10, г. Воронеж, 394036, Россия; katerina.2109@mail.ru

Статья получена: 12.11.2025 **Статья принята к печати:** 30.11.2025 **Опубликована онлайн:** 24.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.146

Авторские права: © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

HYGIENIC ASSESSMENT OF COFFEE AND CAFFEINATED BEVERAGE CONSUMPTION AND THE IMPACT OF THOSE ON THE HEALTH OF YOUNG ADULTS

Libina II, Chernykh NYu, Melikhova EP [✉], Skrebneva AV, Vasilyeva MV, Zhuravleva IV

Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

Currently, there is an increase in the consumption of caffeinated beverages, including coffee, in all age groups, including adolescents and young adults. The health risks associated with caffeine consumption are especially high in the youth, which results from the features of their physiological development and behavioral factors. For many age groups, including children, adolescents, and young adults, safe daily caffeine intake levels have not been established. The study aimed to perform hygienic assessment of coffee and caffeinated beverage consumption by medical students, as well as to determine possible health risks. A questionnaire survey of students of the medical and pediatric faculties ($n = 300$) was conducted using the standardized questionnaire. Statistical data processing was performed using descriptive statistics, Student's t -test, Pearson's correlation coefficient. The findings highlight the heterogeneity of caffeine consumption patterns among students. Along with those who do not experience any noticeable effects from coffee, there is a significant group that experiences both positive (energy boost, calmness) and negative (tachycardia, sleep problems) consequences. The study found that frequent consumption of caffeinated beverages has a negative impact on the cardiovascular system and sleep. The regular consumption of those causes anxiety and leads to tolerance. The findings emphasize the relevance of the problem uncontrolled and early consumption of caffeine among young people. It is recommended to develop and implement the measures to inform the youth about safe levels of caffeine consumption.

Keywords: hygienic assessment, coffee, caffeine, students, health

Author contribution: all authors contributed to preparation of the paper equally.

Compliance with ethical standards: the study was compliant with biomedical ethics requirements. The written informed consent was obtained from each participant.

✉ **Correspondence should be addressed:** Ekaterina P. Melikhova
Studencheskaya, 10, Voronezh, 394036, Russia; katerina.2109@mail.ru

Received: 12.11.2025 **Accepted:** 30.11.2025 **Published online:** 24.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.146

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Кофе — один из самых распространенных напитков, который регулярно потребляет половина населения земного шара. Его популярность обусловлена целым рядом факторов, включая фармакологические эффекты, гастрономические качества и социальные аспекты. Кофе поднимает настроение и улучшает память, повышает

умственную и физическую активность. Вместе с тем, при употреблении высоких доз кофеина у подростков с существующими заболеваниями сердца могут возникать нарушения сердечного ритма. Кофеин способен усиливать чувство беспокойства и тревоги, что, в свою очередь, может приводить к повышению артериального давления. При резком

прекращении регулярного употребления кофеина может возникнуть «синдром отмены», который включает в себя головную боль, усталость, раздражительность, изменение артериального давления [1].

В последние десятилетия химический состав кофе и его влияние на здоровье человека привлекают все большее внимание ученых и исследователей. Кофе содержит более тысячи соединений — от летучих низкомолекулярных до высокомолекулярных. Его состав зависит от многих факторов — сорта, страны-производителя, состава почвы, условий выращивания, технологии обжаривания и др. Широкое потребление кофе побуждает клиницистов активно исследовать влияние этого напитка на здоровье [2].

Кофеин (1,3,7-триметилксантин), представляющий собой белые шелковистые игольчатые кристаллы слабогорького вкуса, относится к пуриновым алкалоидам. Будучи стимулятором центральной нервной системы, он регулирует и усиливает процессы возбуждения в коре головного мозга. Вследствие этого повышается умственная и физическая работоспособность, укорачивается время реакции, появляется бодрость, временно пропадает или уменьшается сонливость [3, 4].

В растворимом кофе кофеина обычно меньше, чем в зерновом, но точное количество зависит от сорта и способа приготовления. Это связано с технологией производства: растворимый кофе делают из зерен, которые проходят многоступенчатую обработку, в процессе которой большая часть натурального кофеина разрушается.

Кофеин — это психостимулятор и мочегонное средство, которое содержится в зернах кофейного растения и входит в состав кофе, напитков с колой, шоколада, ряда запатентованных «энергетических напитков» и средств для похудения. Это самое часто используемое психоактивное вещество во всем мире. Описан ряд клинических состояний, связанных с его использованием, хотя, учитывая его повсеместное распространение, тяжелые расстройства встречаются сравнительно редко. Выделяют интоксикацию кофеином, связанную с употреблением относительно высоких доз (т. е. более 1 г в день). Синдром отмены кофеина — обычное явление у людей, употреблявших его в течение длительного периода или в больших количествах. Возможны тревожные расстройства вследствие употребления кофеина, часто возникающие после интоксикации или интенсивного употребления [5, 6].

При злоупотреблении и превышении допустимых доз (для каждого человека значения индивидуальны) могут наблюдаться признаки интоксикации: повышенная тревожность, бессонница, тахикардия, аритмия, повышение артериального давления, тошнота. При хроническом употреблении содержащих кофеин веществ возникает привыкание, которое связано с образованием в клетках мозга новых аденозиновых рецепторов, и действие кофеина постепенно уменьшается [6, 7].

В тонизирующих напитках помимо кофеина содержатся таурин, теобромин и теофиллин (алкалоиды какао), блокирующие аденозин и усиливающие действие кофеина. Даже обычные углеводы, такие как глюкоза, фруктоза и сахароза, оказывают стимулирующее действие на мозг и не позволяют заснуть. Этот эффект дополняет и усиливает стимулирующее действие кофеина.

По данным Роспотребнадзора, смешивание кофе с энергетическими напитками может приводить к непредсказуемым последствиям — психическому возбуждению, нервозности или, наоборот, к апатии и депрессии [8].

Несмотря на рекомендации начинать потреблять кофе не раньше 16 лет, молодые люди начинают пить кофе с 10–12 лет, когда органы и системы еще формируются. В этом возрасте даже небольшое количество кофеина может вызвать более сильные эффекты: тревожность, раздражительность, снижение способности к концентрации, проблемы со сном, учащенное сердцебиение, подъем артериального давления. Особенно вреден кофеин для детей с повышенной возбудимостью или скрытыми кардиологическими проблемами. К 18–20 годам такая молодежь чаще жалуется на головные боли, в том числе мигренозного характера.

Согласно рекомендациям педиатрического сообщества, максимально допустимая суточная доза кофеина составляет 2,5–3 мг на 1 кг массы тела, то есть подростку весом 40 кг можно употребить с напитками не более 100–120 мг кофеина в день, что примерно соответствует одной чашке слабого кофе или порции чая. Для взрослых допустимая суточная доза — 400 мг кофеина, это примерно 3–4 чашки в день [9].

По данным директора ФИЦ питания и биотехнологии Д. Б. Никитюка, снижение потребления кофе показано людям с заболеванием желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистыми заболеваниями. По мнению нутрициологов, особенно вреден холодный кофе, так как он вызывает спазм сосудов и замедляет пищеварение [10, 11].

По данным других авторов, до 80% студентов ежедневно употребляют кофеинсодержащие напитки, в том числе кофе [12–14]. У студентов медицинских вузов также наблюдается повышенное потребление кофе, особенно при подготовке к экзаменам, выполнении большого объема домашней работы, при высокой учебной нагрузке, в результате чего уменьшается время сна и снижается его качество. Кофе дает лишь временный заряд энергии, и его употребление во время сессии может быть вредным, так как кофеин, содержащийся в напитке, способствует истощению нервной системы и снижает функциональные резервы организма.

Целью исследования было дать гигиеническую оценку потребления кофе и кофеинсодержащих напитков учащимися медицинского университета, рассмотреть их влияние на состояние здоровья и выявить возможные риски.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Для достижения намеченной цели были определены и реализованы следующие этапы исследования:

- социологическое исследование в форме анонимного опроса студенческой аудитории с целью изучения распространенности и особенностей потребления кофе и напитков, содержащих кофеин, в данной целевой группе;
- оценка воздействия потребления кофе на физиологическое состояние и когнитивные функции организма, в том числе анализ потенциальных отрицательных последствий для здоровья.

Проведено анкетирование студентов лечебного и педиатрического факультетов ($n = 300$) с использованием стандартизированной анкеты, включающей в себя вопросы о частоте, объеме и виде потребляемых напитков. Средний возраст респондентов составил $20 \pm 0,6$ лет.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием методов описательной статистики, t -критерия Стьюдента, корреляционного анализа Пирсона для оценки силы и направления связи между рассматриваемыми переменными. Качественные данные

сравнивали с помощью критерия хи-квадрат (χ^2). Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выборка состояла на 28% из учащихся мужского и 71% из учащихся женского пола. Установлено, что половина опрошенных регулярно употребляет энергетические напитки, в том числе кофе (41%). Согласно полученным данным, 70% студентов предпочитают растворимый кофе, а 30% — зерновой.

Значительная часть респондентов (40%) начала употреблять кофе в раннем возрасте (13 лет), ограничиваясь, как правило, одной чашкой в день. В нашем исследовании 47% студентов выпивают 2–3 чашки ежедневно, больше трех чашек кофе ежедневно употребляют 20% студентов, что потенциально может влиять на их здоровье.

Установлена кратность потребления кофе в течение дня: большая часть студентов (48%) пьет кофе утром, 27% — днем, 20% — вечером, 5% — ночью. Такой режим может быть связан с необходимостью поддерживать работоспособность в период интенсивной учебной нагрузки.

Проведенное исследование показывает, что у 16% студентов наблюдаются отрицательные последствия употребления кофе, связанные с учащенным сердцебиением, проблемами со сном. Так, в этой группе респондентов 30% отмечают эпизодическое возникновение тахикардии, что соответствует известному кардиостимулирующему эффекту кофеина, опосредованному блокадой аденозиновых рецепторов. Полученные нами данные указывают на положительную корреляцию между употреблением кофе и частотой сердечных сокращений (ЧСС, $r = 0,68$). Учащенное сердцебиение указывает на возможные риски и необходимость внимательного отношения к дозировке и времени употребления кофеинсодержащих напитков.

Влияние на сон представляется незначительным для 81% опрошенных, но 17% сообщают о проблемах с засыпанием, что является классическим побочным эффектом кофеина, особенно при употреблении в вечернее время. Обнаружена значимая корреляционная связь между употреблением кофе на ночь и сложностью засыпания ($r = 0,58$). Эффект бодрости, ожидаемый многими потребителями кофеина, не проявляется у 65% студентов. У остальных длительность стимуляции варьирует: у 17% она продолжается 2–3 часа, а у 12% — всего час. Подобная вариативность может быть обусловлена индивидуальными особенностями метаболизма кофеина, генетической предрасположенностью и наличием толерантности.

Малый процент отмечает сухость во рту (13,4%) и головную боль (3%), что позволяет предположить, что эти побочные эффекты встречаются редко. Однако важно учитывать, что самоотчеты могут не отражать реальную картину из-за субъективности восприятия симптомов.

При изучении влияния кофеина на когнитивные функции с учетом гендерных различий было установлено, что для достижения аналогичного уровня работоспособности девушкам требуется более высокая доза кофеина, чем юношам. Данное различие может быть обусловлено рядом факторов. Во-первых, различия в метаболизме кофеина у мужчин и женщин могут влиять на скорость его усвоения и выведения из организма. Во-вторых, гормональный фон, например уровень эстрогена, может влиять на чувствительность к кофеину. В-третьих, различия в массе тела и процентном содержании жира также могут иметь значение для распределения кофеина

в организме. Полученные результаты показывают важность внимательного отслеживания своей реакции на кофеин и коррекции дозировки в соответствии с потребностями и особенностями организма.

Многие студенты (54%) не связывают употребление кофеинсодержащих напитков с определенными ситуациями, что может указывать на спонтанный характер потребления и отсутствие выраженной зависимости. Остальные 46%, напротив, указывают на ситуационную обусловленность, что согласуется с данными исследований, демонстрирующих использование кофеина как средство повышения когнитивной активности в периоды интенсивной умственной нагрузки, например во время сессии [13, 15, 16].

Корреляция между потреблением кофе и продуктивностью работы представляется более сложной и имеет нелинейный характер. В то время как умеренное потребление кофе может способствовать повышению внимания и концентрации, чрезмерное употребление может привести к нервозности и снижению работоспособности, как это было показано, в частности, в исследованиях других авторов [17, 18].

Настоящее исследование показало высокий уровень осведомленности студентов медицинского вуза о потенциальном вреде кофеина (81%), однако эта осведомленность не всегда трансформируется в изменение потребительского поведения.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные данные подчеркивают неоднородность особенностей потребления кофеина среди студентов. Наряду с теми, кто не ощущает выраженных эффектов кофе, существует значительная группа, в которой имеют место как положительные (прилив энергии, спокойствие), так и отрицательные (тахикардия, проблемы со сном) последствия. Полученные данные согласуются с результатами других авторов, изучавших особенности потребления кофе студентами медицинских специальностей [2, 4, 9, 17]. В этих исследованиях также отмечено значительное число респондентов, сообщающих о связанных с потреблением кофеина негативных эффектах, несмотря на осознанное стремление к улучшению когнитивных функций. Это указывает на важность учета индивидуальных особенностей организма (генетических факторов, возраста, пола, массы тела, наличия хронических заболеваний и др.) и дозировки кофеина при формировании рекомендаций по его употреблению, особенно в студенческой среде, где доступ к энергетическим напиткам и кофе относительно свободный.

Выявленная положительная корреляция между употреблением кофе и ЧСС согласуется с результатами исследований других авторов [1, 2, 9]. Повышение ЧСС пропорционально увеличению потребления кофеина обусловлено стимуляцией симпатической нервной системы.

Исследование выявило неоднозначное влияние кофе на сердечно-сосудистую, нервную системы. Необходимы дополнительные исследования, направленные на изучение индивидуальных особенностей реакции на кофеин.

Следует отметить, что по традиции употребление кофе часто рассматривают в контексте потенциальных кардиометаболических рисков, особенно у молодежи и в студенческой популяции. Однако упрощенный взгляд на кофе как исключительно негативный фактор упускает из виду многогранность его воздействия на организм и результаты современных исследований. Недавние научные работы демонстрируют, что регулярное употребление кофе связано не только с потенциальными рисками,

но и с рядом положительных эффектов. Показано влияние кофе на снижение абдоминального ожирения, гипергликемии и липогенеза. Предполагается, что кофеин и другие содержащиеся в кофе биологически активные соединения могут стимулировать липолиз и термогенез, способствуя уменьшению жировых отложений. Некоторые научные работы демонстрируют, что употребление кофе связано с повышением чувствительности к инсулину и снижением гипергликемии [4].

Таким образом, комплексный анализ влияния потребления кофе на здоровье студентов предполагает учет не только потенциальных рисков, но и подтвержденных в литературе преимуществ, связанных с контролем веса, гликемией и липидного метаболизма.

Наблюдаемый значительный разрыв в предпочтениях растворимого и зернового кофе заслуживает наиболее пристального внимания и указывает на комплексное взаимодействие материальных, прагматических и, возможно, культурных аспектов. Статистически значимое преобладание растворимого кофе может быть объяснено несколькими причинами. Скорее всего, выбор растворимого кофе обусловлен доступностью и быстротой приготовления, что соответствует высоким темпам жизни, характерным для студенческой среды. Важную роль играет доступность — растворимый кофе повсеместно встречается в общежитиях, студенческих столовых и кафе. В свою очередь, предпочтение зернового кофе 30% студентов может отражать стремление к более высокому качеству и натуральности вкуса. Такой выбор делают студенты, испытывающие повышенный интерес к культуре употребления кофе. Стоит отметить, что зерновой кофе, как правило, выигрывает по своим вкусовым качествам и содержанию полезных веществ, что совпадает с данными других авторов [6] и позволяет более глубоко понять влияние кофе и кофеинсодержащих напитков на здоровье молодежи.

Необходимость поддержания концентрации внимания во время учебы, безусловно, является важным фактором, влияющим на потребление кофеина, что подтверждается и рядом других авторов, таких как А. Мулица, сообщающих о влиянии кофеина на кратковременную память студентов [19].

Вопрос о влиянии кофеина на умственные способности является предметом многочисленных исследований, результаты которых зачастую противоречивы. Многие исследования показывают, что умеренное потребление кофеина может улучшить кратковременную память, скорость реакции и внимание, в то же время некоторые люди могут ощущать нежелательные эффекты (тревожность, бессонница, нервозность), которые могут отрицательно влиять на когнитивные функции [2, 5].

Несмотря на широкую осведомленность о потенциальном вреде, потребление кофеина студентами остается высоким. Это может быть связано с несколькими факторами: потребностью в повышенной концентрации внимания во время учебы, стремлением справиться с усталостью и давлением учебного процесса, связанными с употреблением кофе социальными привычками и ритуалами.

Необходимо также учитывать, что знания о вреде кофеина сами по себе не всегда приводят к изменению поведения. Важную роль играют личное убеждение, мотивация, доступность альтернативных способов повышения работоспособности и борьбы со стрессом [2, 5]. Следовательно, информационные кампании и образовательные и образовательные программы должны быть направлены

не только на повышение осведомленности, но и на формирование осознанного отношения к потреблению кофеина и развитию навыков саморегуляции.

Помимо этого, следует учитывать и другие аспекты жизни студентов. Усталость, вызванная не только учебной нагрузкой, но и социальной активностью, подработками, может подталкивать к употреблению кофеинсодержащих напитков как к способу борьбы с этими «вызовами».

Социальные привычки и ритуалы также играют свою роль. Совместное посещение кафе, обсуждение учебных вопросов за чашкой кофе или даже просто привычка начинать день с кофе — все это формирует устойчивые привычки, которые могут быть связаны не только с физиологической потребностью в кофеине, но и с потребностью в социализации и создании ощущения стабильности.

Для более глубокого понимания феномена потребления кофеина студентами необходимы дальнейшее изучение этих взаимосвязей, анализ мотивации, а также разработка образовательных программ, направленных на формирование осознанного и ответственного отношения к употреблению кофеинсодержащих напитков.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение мотивов и факторов, определяющих потребление кофеина, — потребности в повышенной концентрации внимания во время учебы, стремления справиться с усталостью и давлением учебного процесса, а также на разработку эффективных стратегий профилактики и продвижения здорового образа жизни среди студентов.

ВЫВОДЫ

Широкое распространение потребления кофе и кофеинсодержащих напитков среди молодежи требует повышенного внимания специалистов общественного здравоохранения. Рекомендуется разработать и внедрить меры по информированию молодежи о безопасных уровнях употребления кофеина. Полученные данные подчеркивают актуальность проблемы неконтролируемого и раннего потребления кофеина в молодежной среде. Превышение рекомендуемых норм кофеина может приводить к развитию тревожности, раздражительности, учащенного сердцебиения и к другим нежелательным эффектам. Особую тревогу вызывает популярность энергетических напитков, содержащих помимо кофеина высокие дозы сахара и других стимуляторов, потенциально опасных для здоровья. Важно учитывать, что индивидуальная чувствительность к кофеину может варьировать и даже умеренные дозы у некоторых людей могут вызывать негативные реакции. Необходимы дальнейшие исследования для более детальной оценки влияния кофеина на различные аспекты здоровья молодежи, включая когнитивные функции, психическое состояние и репродуктивную систему.

В качестве профилактических мер предлагается внедрить в образовательных учреждениях информационные кампании, направленные на повышение осведомленности молодежи о рисках, связанных с чрезмерным потреблением кофеина. Целесообразно также сотрудничать с производителями кофеинсодержащих напитков для разработки более здоровых альтернатив с пониженным содержанием кофеина и сахара.

Считаем необходимым обучать молодое поколение стратегиям здорового образа жизни, включающим в себя достаточный сон, регулярную физическую активность, сбалансированное здоровое питание. Это поможет снизить потребность в стимуляторах, таких как кофеин.

Литература

1. Антонова А. А., Яманова Г. А., Бурлакова И. С. Особенности питания студентов медицинского вуза. Международный научно-исследовательский журнал. 2021; 4-2 (106): 78–81.
2. Аннамуратов Р., Алланазарова Л., Оразова Т. И еще раз о пользе и вреде употребления кофе для организма человека. Вестник науки. 2023; 10 (67): 409–12.
3. Яшин А. Я., Левин Д. А., Левина Л. В., Веденин А. Н., Яшин Я. И. Кофе: химический состав, антиоксидантная активность и влияние на здоровье человека. Лаборатория и производство. 2020; 2 (12): 88–102.
4. Бурак Л. Ч., Гулина С. В. Химический состав, пищевая ценность кофе и его влияние на здоровье потребителей. Обзор предметного поля. Научное обозрение. Технические науки. 2024; (5): 5–13. DOI: 10.17513/srts.1481/.
5. Кароматов И. Д., Каримов М. Б. Кофе как лечебное и профилактическое средство — обзор литературы. Биология и интегративная медицина. 2019; 3 (31): 152–73.
6. Зайцева О. Е. Должны потребители кофеинсодержащих напитков знать фармакокинетику кофеина? Фундаментальные исследования. 2015; 1-5: 946–52.
7. Лебедько Д. Д., Шепелева О. М., Ледовская А. С. Анализ состава энергетических напитков и изучение их влияния на здоровье студентов. Вектор молодежной медицинской науки. 2024; (3): 81–5.
8. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. URL: <https://rospotrebnadzor.ru>.
9. Алиева Н., Королева О. А. Кофеин в жизни студентов. Российский педиатрический журнал. 2024; 27 (2S): 11.
10. Тутельян В. А., Никитюк Д. Б., Погожева А. В. Оценка питания студентов различных регионов России. В книге: Стародубов В. И., Тутельян В. А., редакторы. Система здоровьесбережения студенческой молодежи: XXI век. М.: Научная книга, 2021; 9–23.
11. Тутельян В. А. Оптимальное питание. Законы. В книге: Тутельян В. А., Никитюк Д. Б., редакторы. Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020; 22–5.
12. Либина И. И., Черных Н. Ю., Мелихова Е. П., Сребнева А. В., Фертикова Т. Е., Васильева М. В. и др. Влияние социально-гигиенических и психофизиологических факторов на состояние здоровья обучающихся медицинского университета. Российский вестник гигиены. 2024; (3): 17–22.
13. Скоблина Н. А., Маркелова С. В., Кириллова А. В. Информированность студентов колледжей и вузов о принципах здорового питания. Российский педиатрический журнал. 2024; 27 (3S): 89.
14. Ушаков И. Б., Есауленко И. Э., Попов В. И., Петрова Т. Н. Гигиеническая оценка влияния на здоровье студентов региональных особенностей их питания. Гигиена и санитария. 2017; 96 (9): 909–12. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-9-909-912.
15. Мелихова Е. П., Щербак В. А. Анализ состава энергетических напитков и их влияние на здоровье студенческой молодежи. Российский вестник гигиены. 2022; (2): 42–5.
16. Грицина О. П., Яценко А. К., Транковская Л. В., Тарасенко Г. А., Мироненко Ю. К., Шепарев А. А. и др. Особенности режима питания и энергетической ценности рационов обучающихся в вузах. Тихоокеанский медицинский журнал. 2022; (4): 72–5. DOI: 10.34215/1609-1175-2022-4-72-75.
17. Иванникова И. Д., Мелихова Е. П., Либина И. И. Оценка влияния энергетических напитков на уровень умственной работоспособности студентов. Молодежный инновационный вестник. 2019; 8 (2): 356–7.
18. Трофимов Н. С., Кутя С. А., Кривенцов М. А., Мороз Г. А., Гафарова Э. А., Эннанов Э. Х. и др. Влияние энергетических напитков на здоровье человека. Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2019; 9 (3): 75–82.
19. Мулица А. В. Влияние кофеина на кратковременную память студентов. Актуальные проблемы современной медицины и фармации 2022: сборник тезисов докладов LXXVI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Минск, 20-21 апреля 2022 г. Минск, 2022; 662.

References

1. Antonova AA, Jamanova GA, Burlakova IC. Osobennosti pitaniya studentov medicinskogo vuza. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2021; 4-2 (106): 78–81 (in Rus.).
2. Annamuradov R, Allanazarova L, Orazova T. I eshhe raz o pol'ze i vrede upotrebleniya kofe dlja organizma cheloveka. Vestnik nauki. 2023; 10 (67): 409–12 (in Rus.).
3. Jashin AJa, Levin DA, Levina LV, Vedenin AN, Jashin Jal. Kofe: himicheskij sostav, antioksidantnaja aktivnost' i vlijanie na zdorov'e cheloveka. Laboratorija i proizvodstvo. 2020; 2 (12): 88–102 (in Rus.).
4. Burak LCh, Gulina SV. Himicheskij sostav, pishhevaja cennost' kofe i ego vlijanie na zdorov'e potrebitelej. Obzor predmetnogo polja. Nauchnoe obozrenie. Tehnicheskie nauki. 2024; (5): 5–13 (in Rus.). DOI: 10.17513/srts.1481.
5. Karomatov ID, Karimov MB. Kofe kak lechebnoe i profilakticheskoe sredstvo — obzor literatury. Biologija i integrativnaja medicina. 2019; 3 (31): 152–73 (in Rus.).
6. Zajceva OE. Dolzhny potrebiteli kofeinsoderzhashhih napitkov znat' farmakokinetiku kofeina? Fundamental'nye issledovaniya. 2015; 1-5: 946–52 (in Rus.).
7. Lebedko DD, Shepeleva OM, Ledovskaja AS. Analiz sostava jenergeticheskikh napitkov i izuchenie ih vlijaniya na zdorov'e studentov. Vektor molodezhnoj medicinskoj nauki. 2024; (3): 81–5 (in Rus.).
8. Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka. (In Rus.). Available from: <https://rospotrebnadzor.ru>.
9. Alieva N, Koroleva OA. Kofein v zhizni studentov. Rossijskij pediatricheskij zhurnal. 2024; 27 (2S): 11 (in Rus.).
10. Tuteljan VA, Nikitjuk DB, Pogozheva AV. Ocenka pitaniya studentov razlichnyh regionov Rossii. V knige: Starodubov VI, Tuteljan VA, redaktory. Sistema zdorov'esberezhenija studencheskoj molodezhi: XXI vek. M.: Nauchnaja kniga, 2021; 9–23 (in Rus.).
11. Tuteljan VA. Optimal'noe pitanie. Zakony. V knige: Tuteljan VA, Nikitjuk DB, redaktory. Nutriciologija i klinicheskaja dietologija: nacional'noe rukovodstvo. M.: GJeOTAR-Media, 2020; 22–5 (in Rus.).
12. Libina II, Chernykh NY, Melikhova EP, Skrebneva AV, Fertikova TE, Vasilieva MV, et al. The impact of socio-hygienic and psychophysiological factors on the health status of medical university students. Russian Bulletin of Hygiene. 2024; (3): 17–21.
13. Skoblina NA, Markelova SV, Kirillova AV. Informirovannost' studentov kolledzhej i vuzov o principah zdorovogo pitaniya. Rossijskij pediatricheskij zhurnal. 2024; 27 (3S): 89 (in Rus.).
14. Ushakov IB, Esaulenko IJe, Popov VI, Petrova TN. Gigienicheskaja ocenka vlijaniya na zdorov'e studentov regional'nyh osobennostej ih pitaniya. Gigiena i sanitarija. 2017; 96 (9): 909–12 (in Rus.). DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-9-909-912.
15. Shcherbakova VA, Melikhova EP. Analyzing the composition of energy drinks and the effect that they can have on students. Russian Bulletin of Hygiene. 2022; (2): 37–40.
16. Gricina OP, Jacenko AK, Trankovskaja LV, Tarasenko GA, Mironenko JuK, Sheparev AA, et al. Osobennosti rezhima pitaniya i jenergeticheskoy cennosti racionov obuchajushhihsja v vuzah.

- Tihookeanskij medicinskij zhurnal. 2022; (4): 72–5 (in Rus.). DOI: 10.34215/1609-1175-2022-4-72-75.
17. Ivannikova ID, Melihova EP, Libina II. Ocenka vlijanija jenergeticheskikh napitkov na uroven' umstvennoj rabotosposobnosti studentov. Molodezhnyj innovacionnyj vestnik. 2019; 8 (2): 356–7 (in Rus.).
18. Trofimov NS, Kutja SA, Krivencov MA, Moroz GA, Gafarova JeA, Jennanov JeH, et al. Vlijanie jenergeticheskikh napitkov na zdorov'e cheloveka. Krymskij zhurnal jeksperimental'noj i klinicheskoy mediciny. 2019; 9 (3): 75–82.
19. Mulica AV. Vlijanie kofeina na kratkovremennuju pamjat' studentov. Aktual'nye problemy sovremennoj mediciny i farmacii 2022: sbornik tezisov dokladov LXXVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i molodyh uchenyh, Minsk, 20-21 aprelja 2022 g. Minsk, 2022; 662 (in Rus.).

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРАХ КУЗБАССА

А. В. Бачина¹, Е. В. Коськина², Л. А. Глебова¹✉

¹ Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области — Кузбассе, Кемерово, Россия

² Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

Крупные промышленные центры Кузбасса — города Новокузнецк и Кемерово являются участниками федерального проекта «Чистый воздух». С 2018 и 2023 гг. соответственно в них реализуют Комплексные планы мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ, направленные на повышение качества воздушной среды и жизни населения, предусмотренные национальным проектом «Экология». Целью исследования было выполнить гигиеническую оценку атмосферного воздуха в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» для совершенствования системы мониторинга воздушной среды промышленных центров Кузбасса. Проведены оценка динамики выбросов загрязняющих веществ, анализ результатов измерений атмосферного воздуха на 16 стационарных постах. Идентификацию опасности и оценку уровней формируемой экспозиции выполняли с использованием методических подходов МР 2.1.6.0157-19. В г. Новокузнецке объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух снизился на 18,1%, а в г. Кемерово — увеличился на 12,4%. Индекс загрязнения атмосферы оценен как «чрезвычайно высокий» и «высокий» соответственно. Оценено взаимное расположение стационарных и маршрутных постов наблюдения качества атмосферного воздуха, определены зоны влияния выбросов ведущих предприятий, дана оценка рациональности расположения точек наблюдения, внесены необходимые коррективы. Совершенствование мониторинга воздушной среды позволит получать адекватную и своевременную информацию о качестве атмосферного воздуха и разрабатывать мероприятия по улучшению среды обитания и здоровья населения.

Ключевые слова: чистый воздух, посты и программа наблюдения, динамика выбросов, мониторинг качества атмосферного воздуха, приоритетные загрязнители, индекс загрязнения атмосферы

Вклад авторов: А. В. Бачина — концепция, дизайн исследования, анализ и интерпретация результатов; Е. В. Коськина — концепция и дизайн исследования, подготовка рукописи, редактирование; Л. А. Глебова — сбор данных, анализ и интерпретация результатов.

✉ **Для корреспонденции:** Людмила Александровна Глебова
проспект Шахтеров, д. 20, г. Кемерово, 650002, Россия; glebowa@yandex.ru

Статья получена: 03.12.2025 **Статья принята к печати:** 09.12.2025 **Опубликована онлайн:** 29.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.147

Авторские права: © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

HYGIENIC ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR IN KUZBASS INDUSTRIAL CENTERS AS PART OF THE "CLEAN AIR" FEDERAL PROJECT

Bachina AV¹, Koskina EV², Glebova LA¹✉

¹ Kemerovo Region Center for Hygiene and Epidemiology, Kemerovo, Russia

² Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Novokuznetsk and Kemerovo, major industrial centers in Kuzbass, participate in the "Clean Air" federal project. Since 2018 and 2023, respectively, they have been implementing Comprehensive Action Plans devised to decrease contaminating emissions and thus improve the quality of the air and the quality of life of the population. The Plans are part of the "Ecology" national project. This study aimed to hygienically assess the quality of atmospheric air as part of the implementation of the "Clean Air" federal project, which involves improving the air monitoring system in the industrial centers of Kuzbass. Hazard identification and assessment of exposure levels were performed using the methodology provided in MR (methodological recommendations) 2.1.6.0157-19. In Novokuznetsk, air pollutant emissions decreased by 18.1%, while in Kemerovo they increased by 12.4%. The atmospheric pollution index was rated as "extremely high" and "high", respectively. As part of the study, we evaluated the spatial relationship between stationary and route air quality monitoring stations, identified emission impact zones for major industrial complexes, assessed the rationality of observation point locations, and implemented the necessary adjustments. Improving air quality monitoring will make it possible to obtain adequate and timely information on air quality and develop measures to improve the living environment and public health.

Keywords: clean air, stations and monitoring program, emission dynamics, air quality monitoring, priority pollutants, air pollution index

Author contribution: Bachina AV — study concept and design, analysis and interpretation of the results; Koskina EV — study concept and design, manuscript writing and editing; Glebova LA — data acquisition, analysis and interpretation of the results.

✉ **Correspondence should be addressed:** Lyudmila A. Glebova
prospekt Shahterov, 20, Kemerovo, 650002, Russia; glebowa@yandex.ru

Received: 03.12.2025 **Accepted:** 09.12.2025 **Published online:** 29.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.147

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Сохранение здоровья и увеличение продолжительности жизни населения являются стратегическими задачами государства. Доказано, что загрязнение атмосферного воздуха урбанизированных территорий формирует медико-демографические потери в виде дополнительной заболеваемости, смертности и инвалидизации населения

от болезней сердечно-сосудистой системы, злокачественных новообразований и др. [1, 2].

Улучшение состояния среды обитания и, как следствие, медико-демографической ситуации в городах с высоким уровнем техногенного загрязнения определило разработку и реализацию федерального проекта «Чистый воздух».

Одним из целевых показателей проекта является снижение выбросов опасных загрязняющих веществ в крупных промышленных центрах не менее чем на 20% совокупного объема выбросов [3–5].

Особое значение приобретает достижение целевых показателей в таком регионе, как Кемеровская область — Кузбасс, который занимает ведущее место в России по концентрации предприятий углепромышленности, машиностроения, теплоэнергетики. На долю Кузбасса приходится значительный объем добычи и переработки каменных углей, проката черных металлов, производства ферросилиция, железнодорожных магистральных рельсов. Производственные выбросы предприятий ведущих отраслей промышленности сформировали высокие уровни антропо-техногенного загрязнения окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха, в крупных агломерациях — городах Новокузнецк и Кемерово. Результаты исследований в регионах с неудовлетворительным состоянием воздушной среды свидетельствуют о снижении продолжительности и качества жизни населения [6, 7].

Региональные особенности погодных условий Кемеровской области — это резко континентальный климат со значительными годовыми и суточными колебаниями температур, инверсиями, преобладанием пониженного давления, слабых ветров в сочетании с интенсивной сезонной солнечной радиацией, способствующей образованию фотохимического смога. До 100 дней в году приходится на неблагоприятные с точки зрения рассеивания выбросов метеосостояния, отрицательные последствия которых особенно выражены в промышленных центрах [8]. Прежде всего, это обусловлено их расположением в Кузнецкой котловине — юго-западной части Западной Сибири, а также приближением к месту схождения Кузнецкой впадины с горными массивами Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаира. Таким образом, климато-географические особенности Кузбасса создают условия, препятствующие рассеиванию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе [9].

Кроме того, общей особенностью индустриальных городов Кузбасса являются исторически сложившиеся планировочные решения, из-за которых большинство промышленных предприятий расположено в непосредственной близости от жилой застройки. Сосредоточение значительного количества источников поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух на сравнительно небольшой территории, недостаточная эффективность технологических и санитарно-технических решений свидетельствуют о назревшей необходимости разработки и внедрения комплексных планов реализации мероприятий, направленных на охрану атмосферного воздуха, оценки их результативности и эффективности.

Важными научно-практическими задачами остаются оценка зоны влияния и пространственного распределения выбросов промышленных предприятий, оптимизация контроля и создание достоверной системы мониторинга качества атмосферного воздуха, ориентированной на наблюдение за веществами, отрицательно влияющими на здоровье населения. Особое значение имеет оценка взаимного расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения, определение приоритетных компонентов загрязнения, точек воздействия концентраций, представляющих наибольшую опасность для жизни и здоровья населения, выявления районов, наиболее неблагоприятных для проживания [10, 11].

Таким образом, улучшение качества атмосферного воздуха, совершенствование методов его гигиенической оценки имеют большое значение для реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» [12, 13].

Целью исследования было выполнить гигиеническую оценку атмосферного воздуха в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» для совершенствования системы мониторинга воздушной среды промышленных центров Кузбасса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования были приоритетные по уровню загрязнения атмосферного воздуха территории Кемеровской области — города Новокузнецк и Кемерово. Г. Кемерово с численностью населения 542 928 человек и площадью 294,8 км² — это крупный центр химического производства, первый по плотности населения город Кемеровской области. Основные химические предприятия города — ОАО «Азот», специализирующийся на выпуске аммиачной селитры, азотной кислоты, капролактама, и ООО «Химпром», который специализируется на хлорном производстве (хлор, соляная кислота, каустическая сода) и органическом синтезе (полиэфиры, полипропиленгликоль).

Одним из крупнейших промышленных центров России является г. Новокузнецк с численностью населения 546 951 человек и площадью 424,27 км², преимущественно специализирующийся на металлургическом производстве и добыче угля. Основу промышленного комплекса составляют металлургический комбинат, заводы черной и цветной металлургии, угольные шахты, теплоэлектростанции.

Оценка санитарно-эпидемиологической ситуации, характеризующей качество атмосферного воздуха и его влияние на здоровье населения, обоснование мероприятий по снижению выбросов и совершенствованию существующей наблюдательной сети выполнены с использованием методических подходов, разработанных в рамках методического обеспечения федерального проекта «Чистый воздух» [14–16].

Гигиеническая оценка предусматривала анализ данных социально-гигиенического мониторинга с момента начала реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух»: за период с 2017 по 2024 г. Для анализа использовали данные об источниках выбросов загрязняющих веществ, их параметры и пространственные характеристики, уровни формируемой экспозиции из проектов нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (ПДВ) промышленных предприятий, включенных в комплексный план по квотированию выбросов.

Оценка динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух проведена с использованием материалов доклада Министерства природных ресурсов и экологии Кузбасса [17].

Для гигиенической оценки качества атмосферного воздуха использовали результаты инструментальных наблюдений на стационарных постах ЦГМС — филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Наблюдательная государственная сеть представлена восемью стационарными постами в каждом городе. Программа наблюдения включала в себя контроль содержания основных загрязнителей атмосферного воздуха и маркерных веществ, наиболее значимых для конкретного производства, характеризующих особенности производственного процесса. Показания приборов снимали каждые 20 минут.

В г. Новокузнецке на стационарных постах автоматическими устройствами в непрерывном режиме осуществлялся контроль таких веществ, как взвешенные вещества, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод черный (сажа), фенол, формальдегид, свинец, оксид азота, озон, аммиак, сероводород, взвешенные частицы PM_{2,5}, PM₁₀. Отбор проб осуществлялся в стандартном режиме по полной программе в 01, 07, 13, 19 ч по местному времени.

В г. Кемерово на стационарных постах отбор проб атмосферного воздуха проводился по неполной программе наблюдения в 07, 13, 19 ч по местному времени. Осуществлялся контроль таких показателей, как фтористый водород, цианистый водород, взвешенные вещества, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод черный (сажа), фенол, формальдегид, свинец.

Гигиеническую оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах выполняли путем сравнения концентраций, полученных в точках расположения постов наблюдений, с предельно допустимыми концентрациями, утвержденными СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Показатели разовых результатов соотносили с предельно допустимой максимальной разовой концентрацией (далее — ПДК_{мр}), осредненных в течение суток — с предельно допустимой среднесуточной концентрацией (далее — ПДК_{сс}). По результатам наблюдения в течение года выполняли расчет среднегодовой концентрации, которая соотносилась с предельно допустимой среднегодовой концентрацией (далее — ПДК_г), так как минимальное количество исследований на стационарных постах составляло более 300 проб каждой примеси в каждой точке.

Для определения степени загрязнения выполняли расчет индекса загрязнения атмосферного воздуха (далее — ИЗА) — суммы среднегодовых значений концентраций (в долях ПДК, с соотносением класса опасности каждого загрязняющего вещества с классом опасности диоксида серы) пяти загрязняющих веществ, которые внесли наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха города.

На основании расчета суммарного коэффициента опасности в соответствии с МР 2.1.6.0157-19 проведен пространственный анализ влияния предприятий г. Новокузнецка на санитарную территорию. Оценено взаимное расположение маршрутных, стационарных постов наблюдения и предприятий города. Пространственный анализ проведен с помощью программного продукта ArcGIS (ESRI; США) (лицензионное соглашение № 2010RUS7342).

Расчеты проведены с применением математических функций из стандартного пакета MS Excel 2016 (Microsoft; США). Выполнен расчет суммы, среднего значения, тенденции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Комплексным планом мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов Кемерово и Новокузнецка предусмотрено выполнение целевых показателей обеспечения качества воздушной среды и благоприятных условий проживания населения.

При формировании программы и плана действий в рамках проекта «Чистый воздух» использован комплексный подход к реализации технологических, санитарно-технических, планировочных и организационных мероприятий. В целях достижения контрольных результатов федерального проекта «Чистый воздух» в городах Кемерово и Новокузнецк

предусмотрены следующие меры: обновление транспортного подвижного состава и его перевод на экологические виды топлива; обеспечение внедрения новых технологических и производственных решений; эффективных методов и сооружений пылегазовой очистки; газификация частного сектора, расселение аварийного жилья, модернизация и капитальный ремонт действующих мощностей теплоэнергетического комплекса; оптимизация мониторинга качества атмосферного воздуха, в том числе модернизация существующей наблюдательной сети, расширение социально-гигиенического мониторинга, повышение автоматизации контроля данных, переоснащение подведомственной Росприроднадзору и Роспотребнадзору лабораторной базы.

По данным регионального министерства экологии и природных ресурсов, работа ведется по 24 мероприятиям. В г. Кемерово совокупный объем выбросов в атмосферный воздух к 2036 г. планируется снизить на 88,165 тыс. тонн или в два раза по сравнению с показателем 2020 г. К концу 2026 г. в г. Новокузнецке совокупный объем выбросов в атмосферный воздух сократится на 83,769 тыс. тонн, то есть на 25,10% от уровня 2017 г. Снижение совокупного объема выбросов опасных загрязняющих веществ к концу 2026 г. составит 51,069 тыс. тонн — 59,50% от уровня 2017 г.

Кроме того, Росприроднадзором утвержден перечень квотируемых объектов, которые вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха и для которых установлены предельно допустимые выбросы, разработаны перспективные планы мероприятий по их достижению.

Наибольшая часть выбросов в атмосферный воздух промышленных центров Кузбасса приходилась на промышленные предприятия и коммунальные источники — 78–94%; на автономные источники теплоснабжения (частные дома) — 6–21%, доля вклада автотранспорта была ниже 0,5%. Низкие выбросы в частном секторе жилой застройки создают риски загрязнения приземного слоя атмосферы непосредственно в местах постоянного проживания населения. Положение усугубляется при неблагоприятных с точки зрения рассеивания примесей метеорологических условиях, особенно в холодный период года, когда создается эффект «черного неба» и проявляется отрицательное влияние на здоровье населения.

За период реализации федерального проекта «Чистый воздух» в г. Новокузнецке объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников снизился на 56,6 тыс. тонн (18,1%). Наблюдалось снижение выбросов твердых веществ на 13,6 тыс. тонн (37,7%), жидких и газообразных веществ — на 43 тыс. тонн (15,5%), в том числе диоксида серы — на 21,7 тыс. тонн (38,7%), оксида углерода — на 31,7 тыс. тонн (11,0%), диоксида азота — на 3,3 тыс. тонн (18,8%) (табл. 1).

Для г. Кемерово за базовый год, относительно которого оценивали динамику выбросов, был принят 2020 г. Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в 2024 г. увеличился на 6,5 тыс. тонн (12,4%). Увеличение наблюдалось для твердых веществ — на 3,9 тыс. тонн (39,1%), жидких и газообразных веществ — на 2,6 тыс. тонн (6,2%), в том числе для оксида углерода — на 0,8 тыс. тонн (5,7%), диоксида азота — на 2,0 тыс. тонн, или 18,0%.

Для городов Новокузнецк и Кемерово выполнены сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха, определены приоритетные загрязняющие вещества, включенные в программу наблюдения.

Таблица 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в городах Кемерово и Новокузнецк, тыс. тонн в год

Территория	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
г. Новокузнецк	313,331	295,794	294,195	277,528	268,297	263,211	260,971	256,683
г. Кемерово	41,106	36,111	55,834	52,542	45,947	65,053	57,033	59,08

В 2024 г. на стационарных постах г. Новокузнецка проведено 1 106 386 измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Из них 13 654 пробы превышали гигиенические нормативы, что составило 1,23%. Среди разовых концентраций превышение 5 и более ПДК_{мр} наблюдалось для сероводорода, оксида углерода, от 2 до 5 ПДК_{мр} — для диоксида азота, оксида азота, аммиака, взвешенных веществ, формальдегида, фтористых газообразных соединений.

На стационарных постах г. Кемерово снято 56 529 результатов измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, из них 217 проб (0,38%) с превышением ПДК. Среди разовых концентраций превышение 5 и более ПДК_{мр} не зарегистрировано, превышение от 2 до 5 ПДК_{мр} установлено для диоксида азота, взвешенных веществ, формальдегида, фенола (табл. 2).

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха населенных мест по среднегодовым концентрациям показала, что на стационарных постах в г. Кемерово атмосферный воздух более всего загрязнен бенз(а)пиреном и формальдегидом, среднегодовая концентрация которых превышала ПДК_{ср} в 2,6–3,1 и 2,0–2,6 раза соответственно. В 2024 г. относительно 2017 г. установлена положительная тенденция роста среднегодовой концентрации в атмосферном воздухе аммиака на 30%, оксида азота (II) — на 9,5%, оксида углерода — на 5,3%, формальдегида — на 28,3%. В указанный период отмечено значительное снижение содержания в атмосферном воздухе гидрохлорида — на 60,0%, углерода черного (сажи) — на 66,7%, фенола — на 30,0%, гидроцианида — на 20,0%, бенз(а)пирена — на 16,1% (табл. 3).

ИЗА в г. Кемерово рассчитывали с учетом концентраций пяти приоритетных загрязнителей: бенз(а)пирена, взвешенных веществ, формальдегида, диоксида азота, аммиака. Так, в 2017 г. ИЗА составлял 10,85, а в 2024 г. — 10,34 и оценивался как «высокий», при этом темп снижения составил 4,6%.

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха по данным стационарных постов наблюдения в г. Новокузнецке показала, что по среднегодовым концентрациям приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха являлись бенз(а)пирен с превышением ПДК_{ср} в 6,0–6,3 раза, формальдегид — в 1,7–4,0 раза, взвешенные вещества — в 1,2–1,5 раза, озон — в 1,3 раза. В 2024 г. относительно 2017 г. наблюдался значительный рост содержания в атмосферном воздухе сероводорода — в 4,0 раза, оксида азота — в 3,0 раза, формальдегида — в 2,4 раза, гидроцианида — на 20%. В анализируемый период установлено снижение содержания в атмосферном воздухе аммиака на 78,5%, диоксида серы — на 73,0%, фенола — на 71,7%, оксида углерода — на 60,7%, фтористых газообразных соединений — на 43,3%, взвешенных веществ — на 15% (табл. 3).

ИЗА в г. Новокузнецке рассчитывали по пяти приоритетным загрязнителям: бенз(а)пирену, взвешенным веществам, формальдегиду, диоксиду азота, сероводороду. В исследуемый период ИЗА увеличился с 14,9 до 19,3, то есть в 1,3 раза, и был оценен как «чрезвычайно

высокий». Значительную тревогу вызвал выраженный прирост приземной концентрации сероводорода — вещества, не только формирующего неприятный запах, но и вызывающего нарушения здоровья в виде поражения органов дыхания, в ряде случаев средней тяжести и тяжелых.

В отношении промышленных объектов — источников загрязнения атмосферного воздуха была проведена идентификация опасности, получены суммарные нормированные коэффициенты опасности для каждого предприятия. Последующее ранжирование позволило установить для г. Новокузнецка четыре ведущих предприятия по степени влияния выбросов на здоровье населения — АО «ЕВРАЗ ЗСМК», АО «РУСАЛ Новокузнецкий алюминиевый завод», АО «Кузнецкие ферросплавы», АО «Кузнецкая ТЭЦ»; для г. Кемерово — шесть предприятий: ПАО «Кокс», КАО «Азот», «Кемеровская ГРЭС», ООО «Химпром», АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ». Все эти объекты включены в Комплексный план мероприятий перспективного снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в рамках федерального проекта «Чистый воздух» для городов Кемерово и Новокузнецк до 2026 г. и 2036 г. соответственно.

В настоящее время сеть наблюдения за качеством атмосферного воздуха охватывает 90% территории жилых массивов изучаемых объектов. Учитывая, что в г. Новокузнецке реализация федерального проекта «Чистый воздух» осуществлялась в более ранние сроки по сравнению с г. Кемерово, на его примере проведена оценка взаимного расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения качества атмосферного воздуха. На основании результатов пространственного распределения суммарного коэффициента опасности, формируемого выбросами промышленных предприятий, определены зоны их влияния (рис.). Установлено, что основная часть жилой территории, находящаяся в зоне влияния выбросов предприятий, охвачена контролем стационарных и маршрутных постов наблюдения. Однако есть жилые территории, на которых отсутствует мониторинг атмосферного воздуха с учетом направления господствующих ветров.

Оценка рациональности расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения на основе пространственного анализа показала близость их взаимного расположения — менее 2 км. Обоснована необходимость изменения дислокации маршрутных постов в сторону увеличения расстояния между ними и организации дополнительных постов наблюдения в зоне влияния источников загрязнения.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Установлено, что в атмосферном воздухе промышленных центров Кузбасса содержатся вещества, обладающие односторонним действием, которые при определенных условиях способны отрицательно влиять на здоровье населения. Так, взвешенные вещества, оксид и диоксид азота, диоксид серы, сероводород, фенол, формальдегид, углерод вызывают болезни органов дыхания человека, фенол и формальдегид — нарушения зрения [18, 19].

Таблица 2. Некоторые показатели загрязнения атмосферного воздуха на стационарных постах городов Кемерово и Новокузнецк (2024 г.)

Загрязняющие вещества	г. Новокузнецк					
	Количество разовых проб, среднемесячных	% с превышением ПДК	Максимальная концентрация из разовых проб	Кратность превышения ПДК _{мр}	Средняя концентрация, среднесуточная	Кратность превышения ПДК _{сс}
Азота диоксид	104253	0,72	0,56	2,82	0,029	0,71
Аммиак	10423	0,0029	0,7	3,5	0,0086	0,22
Бенз(а)пирен	–/36	–/80,56	0,000039	–	0,0000063	6,31
Взвешенные вещества	9348	0,28	1,35	2,7	0,094	1,25
Взвешенные частицы PM10	28693	0,035	1,2	4	0,038	0,95
Взвешенные частицы PM2,5	28693	1	0,29	1,83	0,03	1,2
Озон	91338	1,19	0,29	1,84	0,04	1,33
Гидроцианид	2338	–	0,035	–	0,0012	0,012
Марганец и его соединения	–/24	–/0,00	0,00006	0,006	0,000025	0,025
Сероводород	198947	5,03	0,04	5	0,0022	1,1
Серы диоксид	205190	0	0,3	0,6	0,0027	0,05
Углерода оксид	206901	0,3	44,5	8,9	0,59	0,2
Фенол	7016	0,01	0,011	1,1	0,00085	0,28
Формальдегид	7016	2,27	0,16	3,14	0,012	3,88
Фтористые газообразные соединения	8185	0,78	0,041	2,05	0,0017	0,34
Азота оксид	104238	0,63	0,92	2,29	0,03	0,5
ИТОГО	1106386/60	1,23/48,3				
г. Кемерово						
Азота диоксид	6998	0,51	0,557	2,79	0,038	0,95
Азота оксид	4375	0,11	0,5	1,25	0,023	0,38
Аммиак	6994	0,41	0,33	1,65	0,039	0,98
Бенз(а)пирен	–/36	–/41,67	0,000012	–	0,0000026	2,6
Взвешенные вещества	5964	0,72	1,052	2,1	0,057	0,76
Гидрохлорид	2617	0,08	0,31	1,55	0,008	0,4
Гидроцианид	2623	–	0,04	–	0,0008	0,08
Свинец	–/36	–/0,0	0,00004	–	0,000001	0,003
Серы диоксид	3510	0	0,067	0,13	0,0026	0,05
Углерод	5088	0	0,15	1	0,003	0,12
Углерода оксид	6993	0,51	9,4	1,88	1	0,33
Фенол	6120	0,1	0,032	3,2	0,0007	0,23
Формальдегид	5247	1,14	0,176	3,52	0,0077	2,57
Хром (VI)	–/36	–/0,00	0,00001	–	0,000001	0,00067
ИТОГО	56529/108	0,38/14,8				

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости оптимизации системы размещения точек мониторинга качества атмосферного воздуха и оценки пространственного распределения формируемых уровней экспозиции и рисков здоровью населения. Значительное загрязнение воздуха на постах наблюдения является основанием для размещения в городе еще одного или нескольких постов наблюдений. Задачей постов наблюдения может являться оценка санитарно-гигиенической ситуации на территории, не обеспеченной адекватными натурными наблюдениями. Выбор места размещения поста наблюдения, корректировка сети существующих постов мониторинга, формирование

наиболее обоснованной программы наблюдений — задачи, которые должны быть решены безотлагательно [19, 20].

Учитывая значимость долевого вклада автономных источников теплоснабжения в формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха и один из самых низких уровней газификации Кузбасса в Сибири, целесообразно рассмотреть возможность расширения перечня мероприятий комплексного плана по снижению выбросов, направленных на увеличение газификации частного сектора [21, 22].

Поскольку данные мониторинга являются информационной базой управленческих решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения, высокий

Таблица 3. Динамика среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на стационарных постах городов Кемерово и Новокузнецк

Загрязняющие вещества	Класс опасности	ПДК _{ср} мг/м³	Среднегодовая концентрация, мг/м³		Кратность превышения ПДК _{ср}		Темп прироста в 2024 г. к 2020 г., %
			2020 г.	2024 г.	2020 г.	2024 г.	
г. Кемерово							
Взвешенные вещества	3	0,075	0,06	0,057	0,8	0,76	−5,0
Гидрохлорид	2	0,02	0,02	0,008	1	0,4	−60,0
Аммиак	4	0,04	0,03	0,039	0,75	0,98	+30
Азота (II) оксид	3	0,06	0,021	0,023	0,35	0,38	+9,5
Сера диоксид	3	0,05	0,007	0,0026	0,1	0,05	−62,8
Углерод оксид	4	3	0,95	1	0,32	0,33	+5,3
Углерод черный (сажа)	3	0,025	0,009	0,003	0,13	0,12	−66,7
Азота (IV) оксид	3	0,04	0,04	0,038	0,75	0,95	−5,0
Фенол	2	0,003	0,001	0,0007	0,33	0,23	−30,0
Формальдегид	2	0,003	0,006	0,0077	1,67	2,57	28,3
Гидроцианид	2	0,01	0,001	0,0008	0,06	0,08	−20,0
Бенз/а/пирен	1	0,000001	0,0000031	0,0000027	3	2,7	−16,1
г. Новокузнецк							
Взвешенные вещества	3	0,075	0,11	0,09	1,5	1,2	−15
Гидроцианид	2	0,01	0,001	0,0012	0,1	0,12	+20
Аммиак	4	0,04	0,04	0,0086	1	0,22	−78,5
Азота (II) оксид	3	0,06	0,01	0,03	0,17	0,5	+200
Сера диоксид	3	0,05	0,01	0,0027	0,2	0,05	−73,0
Сероводород	2	0,002	0,0005	0,0022	0,25	1,1	+340
Углерод оксид	4	3	1,5	0,59	0,5	0,2	−60,7
Озон	1	0,03	−	0,04	−	1,33	−
Азота (IV) оксид	3	0,04	0,03	0,029	0,75	0,73	−3,3
Фенол	2	0,003	0,003	0,00085	1	0,28	−71,7
Формальдегид	2	0,003	0,005	0,012	1,7	4	+140
Фтористые газообразные соединения	2	0,005	0,003	0,0017	0,6	0,34	−43,3
Взвешенные частицы PM10		0,04	−	0,038	−	0,95	−
Взвешенные частицы PM2.5		0,025	−	0,03	−	1,2	−
Бенз(а)пирен	1	0,000001	0,000006	0,0000063	6	6,3	+5

уровень загрязнения актуализирует и задачу прогноза результативности и эффективности планируемых воздухоохраных мероприятий. При этом важнейшим аспектом такой оценки должен стать анализ достаточности программ и планов действий с позиций достижения желаемого улучшения состояния здоровья населения [23].

ВЫВОДЫ

Гигиеническая оценка загрязнения воздушной среды промышленных центров Кузбасса показала, что в исследуемый период в г. Новокузнецке объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников снизился на 18,1%, а в г. Кемерово увеличился на 12,4%. Индекс загрязнения атмосферы оценен как «чрезвычайно высокий» и «высокий» соответственно.

Обоснованы приоритетные загрязнители для целей мониторинга качества атмосферного воздуха. Проведена идентификация опасности, установлены ведущие по степени влияния выбросов на здоровье населения предприятия,

которые включены в Комплексный план мероприятий федерального проекта «Чистый воздух».

В г. Новокузнецке выполнена оценка взаимного расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения за состоянием атмосферы, определены зоны влияния выбросов ведущих предприятий, дана оценка рациональности расположения точек наблюдения.

С учетом отрицательного влияния выбросов промышленных предприятий рекомендованы организация дополнительных постов наблюдения, изменение взаимного расположения стационарных и маршрутных постов в сторону увеличения расстояния между ними.

В рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» проведена гигиеническая оценка, разработаны мероприятия, направленные на совершенствование контроля качества атмосферного воздуха в условиях изменяющейся санитарно-эпидемиологической обстановки и получение своевременной информации об уровнях загрязнения воздушной среды промышленных центров Кузбасса.

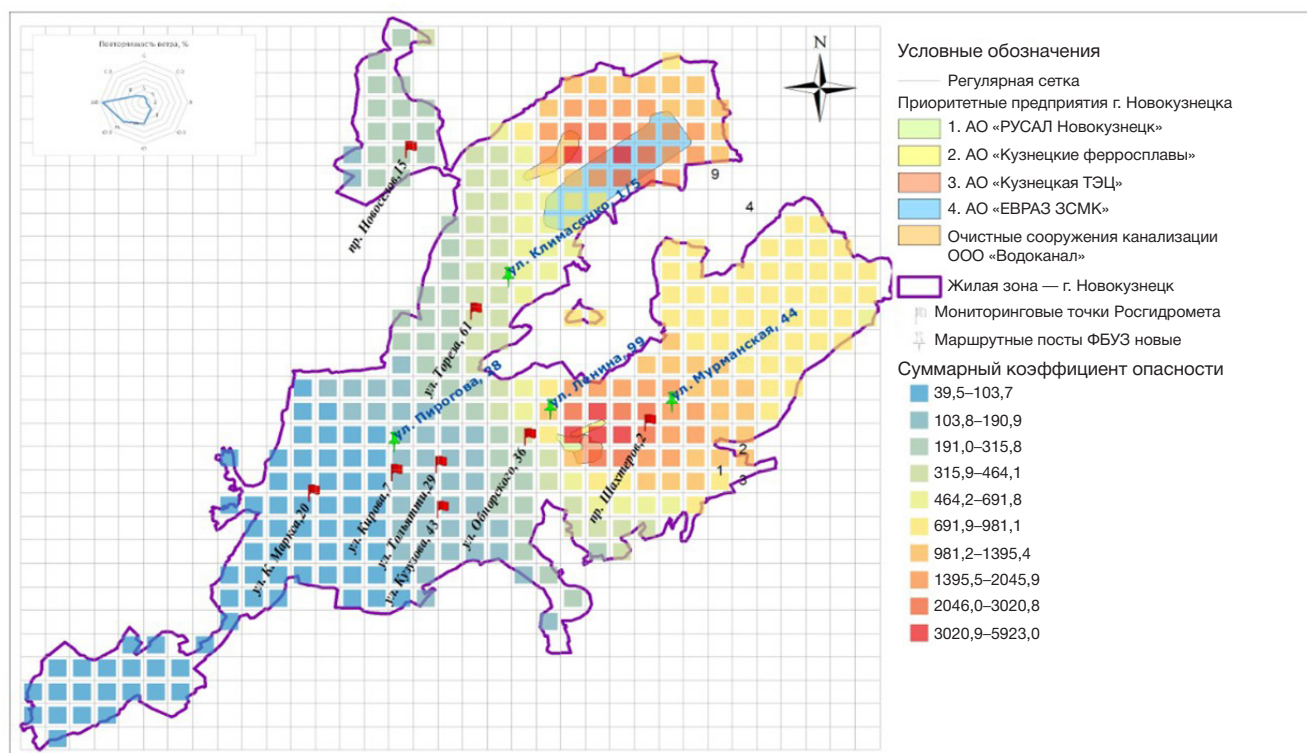


Рис. Пространственное распределение суммарного коэффициента опасности по предприятиям города и относительно маршрутных и стационарных постов

Литература

1. Зайцева Н. В., Май И. В. Качество атмосферного воздуха и показатели риска здоровью как объективные критерии результативности воздухоохранной деятельности на территориях городов — участников Федерального проекта «Чистый воздух». Анализ риска здоровью. 2023; (1): 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.01.
2. Кузьмин С. В., Авалиани С. Л., Додина Н. С., Шашина Т. А., Кислицин В. А., Синицына О. О. Практика применения оценки риска здоровью в федеральном проекте «Чистый воздух»: проблемы и перспективы. Гигиена и санитария. 2021; 100 (9): 890–6. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896.
3. Клейн С. В., Попова Е. В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Читы — приоритетной территории федерального проекта «Чистый воздух». Здоровье населения и среда обитания — ЗНИСО. 2020; (12): 16–22. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-16-22.
4. Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н., Овчаренко А. М., Горшкова Ю. В. Анализ доминирующей в Российской Федерации методологии оценки влияния вредных выбросов на качество атмосферного воздуха. Устойчивое развитие горных территорий. 2018; 10 (2): 307–14. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-2-307-314.
5. 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): 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01.
6. Голиков Р. А., Кислицина В. В., Суржиков В. В., Олещенко А. М., Мукашева М. А. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха выбросами предприятия теплоэнергетики на здоровье населения Новокузнецка. Медицина труда и промышленная экология. 2019; 59 (6): 348–52. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-6-348-352.
7. Кислицина В. В., Суржиков Д. В., Ликонцева Ю. С., Голиков Р. А., Пестерева Д. В. Оценка риска для здоровья населения при загрязнении воздуха в условиях проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте. Здоровье населения и среда обитания — ЗНИСО. 2023; 31 (6): 54–62. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-6-54-62.
8. Рябов В. А., Мамасев П. С., Егорова Н. Т. Антропогенная нагрузка на природную среду как фактор, формирующий качество жизни населения индустриального Кузбасса. Экология урбанизированных территорий. 2018; (2): 84–90. DOI: 10.24411/1816-1863-2018-12084.
9. Путятин Д. П., Оводков М. В. Научно-методическое сопровождение федерального проекта «Чистый воздух» и эксперимента по квотированию выбросов. Охрана окружающей среды и заповедное дело. 2022; (3): 49–59.
10. Андришунас А. М., Клейн С. В., Горяев Д. В., Балашов С. Ю., Загороднов С. Ю. Гигиеническая оценка эффективности воздухоохранных мероприятий на объектах теплоэнергетики. Гигиена и санитария. 2022; 101 (11): 1290–8. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-11-1290-1298.
11. Тихонова И. В., Землянова М. А., Кольдибекова Ю. В., Пескова Е. В., Игнатова А. М. Гигиеническая оценка аэрогенного воздействия взвешенных веществ на заболеваемость детей болезнями органов дыхания в зоне влияния источников выбросов металлургического производства. Анализ риска здоровью. 2020; (3): 61–9. DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.07.
12. Ракитский В. Н., Авалиани С. Л., Новиков С. М., Шашина Т. А., Додина Н. С., Кислицин В. А. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний. Анализ риска здоровью. 2019; (4): 30–6. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.0.
13. Ревич Б. А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения. Экологический вестник России [Интернет]. Июль 2019 г. URL: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132>.

14. Данилкина В. Г., Прусаков В. М., Филиппова Т. М., Селиванова Н. В. Определение приоритетных вредных веществ промышленных выбросов по критериям анализа риска здоровью населения. Современные тенденции развития науки и технологий. 2016; (3–2): 21–4.
15. Овчинникова Е. Л., Никитин С. В., Колчин А. С., Новикова Ю. А., Федоров В. Н., Крига А. С. и др. Методические подходы к обработке результатов лабораторного мониторинга качества атмосферного воздуха для целей проведения оценки риска здоровью. Здоровье населения и среда обитания — ЗНISO. 2022; (3): 36–43. DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-3-36-43.
16. Гурвич В. Б., Козловских Д. Н., Власов И. А., Чистякова И. В., Ярушин С. В., Корнилов А. С. и др. Методические подходы к оптимизации программ мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» (на примере города Нижнего Тагила). Здоровье населения и среда обитания — ЗНISO. 2020; (9): 38–47. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-330-9-38-4.
17. Доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области — Кузбасса в 2024 году» Министерства природных ресурсов и экологии Кузбасса. URL: https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2025/07/doklad_v2_.pdf.
18. Федоров В. Н., Ковшов А. А., Тихонова Н. А., Новикова Ю. А., Копытенкова О. И., Мясников И. О. Мониторинг качества атмосферного воздуха в городах — участниках федерального проекта «Чистый воздух» Дальневосточного экономического района. Гигиена и санитария. 2024; 103 (6): 510–18. DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-6-510-518.
19. Ефимова Н. В., Рукавишников В. С. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Братска на основе анализа многолетних наблюдений. Гигиена и санитария. 2022; 101 (9): 998–1003. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003.
20. Карелин А. О., Ломтев А. Ю., Фридман К. Б., Еремин Г. Б., Панькин А. В. Выявление источников выбросов загрязняющих веществ, вызывающих жалобы населения на неприятные запахи. Гигиена и санитария. 2019; 98 (6): 601–7. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-601-607.
21. Суржиков Д. В., Кислицына В. В., Штайгер В. А., Голиков Р. А. Опыт применения статистико-математических технологий для оценки влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения в крупном промышленном центре. Гигиена и санитария. 2021; 100 (7): 663–7. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-7-663-667.
22. Май И. В., Клейн С. В., Максимова Е. В., Балашов С. Ю., Цинкер М. Ю. Гигиеническая оценка ситуации и анализ риска для здоровья населения как информационная основа организации мониторинга и формирования комплексных планов воздухоохраных мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». Гигиена и санитария. 2021; 100 (10): 1043–51. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1043-1051.
23. Ключев Н. Н., Яковенко Л. М. «Грязные» города России: факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018; 26 (2): 237–50. DOI: 10.22363/2313-2310-2018-26-2-237-250.

References

1. Zajceva NV, Maj IV. Kachestvo atmosfornogo vozduha i pokazateli riska zdorov'ju kak objektivnye kriterii rezul'tativnosti vozduhoohrannoj dejatel'nosti na territorijah gorodov — uchastnikov Federal'nogo proekta "Chistij vozduh". Analiz riska zdorov'ju. 2023; (1): 4–12 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.01.
2. Kuzmin SV, Avaliani SL, Dodina NS, Shashina TA, Kislicin VA, Sinicya OO. Praktika primeneniya ocenki riska zdorov'ju v federal'nom proekte "Chistij vozduh" v gorodah-uchastnikah (Cherepovec, Lipeck, Omsk, Novokuzneck): problemy i perspektivy. Gigena i sanitarija. 2021; 100 (9): 890–6 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896.
3. Klejn SV, Popova EV. Gigenicheskaja ocenka kachestva atmosfornogo vozduha g. Chity — prioritetnoj territorii federal'nogo proekta "Chistij vozduh". Zdorov'e naselenija i sreda obitanija — ZNiSO. 2020; (12): 16–22 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-16-22.
4. Badaljan LH, Kurdjukov VN, Ovcharenko AM, Gorshkova JuV. Analiz dominirujushhej v Rossijskoj Federacii metodologii ocenki vlijanija vrednyh vybrosov na kachestvo atmosfornogo vozduha. Ustojchivoje razvitie gornyh territorij. 2018; 10 (2): 307–14 (in Rus.). DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-2-307-314.
5. Popova Aju, Zajceva NV, Maj IV. Zdorov'e naselenija kak celevaj funkcija i kriterij jeffektivnosti meroprijatij federal'nogo proekta "Chistij vozduh". Analiz riska zdorov'ju. 2019; (4): 4–13 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01.
6. Golikov RA, Kislicina VV, Surzhikov VV, Oleshchenko AM, Lukasheva MA. Ocenka vlijanija zagraznenija atmosfornogo vozduha vybrosami predpriyatija teploenergetiki na zdorov'e naselenija Novokuznecka. Medicina truda i promyshlennaja jekologija. 2019; 59 (6): 348–52 (in Rus.). DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-6-348-352.
7. Kislitsyna VV, Surzhikov DV, Likonova JuS, Golikov RA, Pestereva DV. Ocenka riska dlja zdorov'ja naselenija pri zagraznenii vozduha v uslovijah provedenija likvidacionno-rekul'tivacionnyh rabot na ugol'noj shahte. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija — ZNiSO. 2023; 31 (6): 54–62 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-6-54-62.
8. Rjabov VA, Mamasev PS, Egorova NT. Antropogennaja nagruzka na prirodnuju sredu kak faktor, formirujushhij kachestvo zhizni naselenija industrial'nogo Kuzbassa. Jekologija urbanizirovannyh territorij. 2018; (2): 84–90 (in Rus.). DOI: 10.24411/1816-1863-2018-12084.
9. Putjatin DP, Ovodkov MV. Nauchno-metodicheskoe soprovozhdenie federal'nogo proekta "Chistij vozduh" i jeksperimenta po kvotirovaniju vybrosov. Ohrana okruzhajushhej sredy i zapovednoe delo. 2022; (3): 49–59 (in Rus.).
10. Andrihunas AM, Klejn SV, Gorjaev DV, Balashov SJu, Zagorodnov SJu. Gigenicheskaja ocenka jeffektivnosti vozduhoohrannyh meroprijatij na objektah teploenergetiki. Gigena i sanitarija. 2022; 101 (11): 1290–8 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-11-1290-1298.
11. Tihonova IV, Zemljanova MA, Koldibekova JuV, Peskova EV, Ignatova AM. Gigenicheskaja ocenka ajerogennogo vozdejstvija vzheshennyh veshhestv na zaboлеваemost' detej boleznjami organov dyhanija v zone vlijanija istochnikov vybrosov metallurgicheskogo proizvodstva. Analiz riska zdorov'ju. 2020; (3): 61–9 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.07.
12. Rakitskij VN, Avaliani SL, Novikov SM, Shashina TA, Dodina NS, Kislicin VA. Analiz riska zdorov'ju pri vozdejstvii atmosferyh zagraznenij kak sostavnaja chast' strategii umen'shenija global'noj jepidemii neinfekcionnyh zabolevanij. Analiz riska zdorov'ju. 2019; (4): 30–6 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.0.
13. Revich BA. Nacional'nyj projekt "Chistij vozduh" v kontekste ohrany zdorov'ja naselenija. Jekologicheskij vestnik Rossii [Internet]. Jul 2019 (in Rus.). Available from: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132>.
14. Danilina VG, Prusakov VM, Filippova TM, Selivanova NV. Opredelenie prioritetnyh vrednyh veshhestv promyshlennyh vybrosov po kriterijam analiza riska zdorov'ju naselenija. Sovremennye tendencii razvitija nauki i tehnologij. 2016; (3–2): 21–4 (in Rus.).
15. Ovchinnikova EL, Nikitin SV, Kolchin AS, Novikova JuA, Fedorov VN, Kriga AS, et al. Metodicheskie podhody k obrabotke rezul'tatov laboratornogo monitoringa kachestva atmosfornogo vozduha dlja celej provedenija ocenki riska zdorov'ju. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija — ZNiSO. 2022; (3): 36–43 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-3-36-43.
16. Gurvich VB, Kozlovskih DN, Vlasov IA, Chistjakova IV, Jarushin SV, Kornilov AS, et al. Metodicheskie podhody k optimizacii programm monitoringa zagraznenija atmosfornogo vozduha v ramkah realizacii federal'nogo proekta "Chistij vozduh"

- (na primere goroda Nizhnego Tagila). Zdorov'e naselenija i sreda obitanija — ZNiSO. 2020; (9): 38–47 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2020-330-9-38-4.
17. Doklad "O sostojanii i ohrane okruzhajushhej sredy Kemerovskoj oblasti — Kuzbassa v 2024 godu" Ministerstva prirodnyh resursov i jekologii Kuzbassa. Available from: https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2025/07/doklad_v2_.pdf.
 18. Fedorov VN, Kovshov AA, Tihonova NA, Novikova JuA, Kopytenkova OI, Mjasnikov IO. Monitoring kachestva atmosfernogo vozduha v gorodah — uchastnikah federal'nogo proekta «Chistyj vozduh» Dal'nevostochnogo jekonomicheskogo rajona. Gigiena i sanitarija. 2024; 103 (6): 510–18 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-6-510-518.
 19. Efimova NV, Rukavishnikov VS. Ocenka zagriznenija atmosfernogo vozduha g. Bratska na osnove analiza mnogoletnih nabljudenij. Gigiena i sanitarija. 2022; 101 (9): 998–1003 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003.
 20. Karelin AO, Lomtev AJu, Fridman KB, Eremin GB, Pankin AV. Vyjavlenie istochnikov vybrosov zagriznjajushhih veshhestv, vyzyvajushhih zhaloby naselenija na neprijatnye zapahi. Gigiena i sanitarija. 2019; 98 (6): 601–7 (in Rus.). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-601-607.
 21. Surzhikov DV, Kislicyna VV, Shtajger VA, Golikov RA. Opyt primenenija statistiko-matematicheskikh tehnologij dlja ocenki vlijanija atmosfernih zagriznenij na zdorov'e naselenija v krupnom promyshlennom centre. Gigiena i sanitarija. 2021; 100 (7): 663–7 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-7-663-667.
 22. Maj IV, Klejn SV, Maksimova EV, Balashov SJu, Cinker MJu. Gigienicheskaja ocenka situacii i analiz riska dlja zdorov'ja naselenija kak informacionnaja osnova organizacii monitoringa i formirovanija kompleksnyh planov vozduhoohrannyh meroprijatij federal'nogo proekta "Chistyj vozduh". Gigiena i sanitarija. 2021; 100 (10): 1043–51 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1043-1051.
 23. Kljuev NN, Jakovenko LM. "Grjaznye" goroda Rossii: factory, opredeljadushhie zagriznenie atmosfernogo vozduha. Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2018; 26 (2): 237–50 (in Rus.). DOI: 10.22363/2313-2310-2018-26-2-237-250.


АНАЛИЗ ИНФЕКЦИОННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

В. П. Крылов 

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Сохраняющийся высокий уровень инфекционных заболеваний требует постоянного мониторинга, глубокого анализа возрастных особенностей распространения и динамики заболеваемости, а также обуславливает необходимость повышения санитарно-эпидемиологического благополучия населения — в частности, детей, подростков и их родителей. Целью работы было изучить эпидемиологические тенденции и выявить наиболее уязвимые возрастные группы среди детского населения в контексте заболеваемости ключевыми инфекциями, такими как острые кишечные инфекции (ОКИ), энтеровирусная инфекция, вирусный гепатит А, корь, коклюш и энтеробиоз. Выполнен ретроспективный эпидемиологический анализ официальных статистических данных за семилетний период (2018–2024 гг.), охватывающий детское население Западного административного округа (ЗАО) г. Москвы. Установлены возрастные различия в структуре инфекционной заболеваемости. У детей до года преобладали вирусные ОКИ (ротавирусная, норовирусная) и инфекции, передающиеся воздушно-капельным путем. Схожая тенденция для вирусных ОКИ отмечена у детей 1–2 лет. Установлена высокая распространенность энтеробиоза среди детей 3–6 лет (посещающих дошкольные образовательные учреждения), помимо этого выявлено значительное увеличение заболеваемости энтеровирусной инфекцией и инфекциями, передающимися воздушно-капельным путем, во всех возрастных группах, особенно среди школьников и подростков. По заболеваемости вирусным гепатитом А ситуация стабильная на протяжении всего анализируемого периода во всех возрастных группах. Сохраняющаяся во всех возрастных группах высокая заболеваемость детей ключевыми инфекциями демонстрирует острую потребность в разработке и внедрении целенаправленных и адаптированных программ гигиенического воспитания детского населения и родителей.

Ключевые слова: дети и подростки, возрастные группы, инфекционные болезни, заболеваемость, гигиеническое воспитание

 **Для корреспонденции:** Василий Павлович Крылов
ул. Гостиничная, д. 12, корп. 6, г. Москва, 127106, Россия; vasily.rune.77@gmail.com

Статья получена: 07.09.2025 **Статья принята к печати:** 11.12.2025 **Опубликована онлайн:** 30.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.148

Авторские права: © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).


ANALYSIS OF INFECTIOUS DISEASE RATE IN CHILDREN OF DIFFERENT AGES AIMED AT DEVELOPING HYGIENE

Krylov VP 

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

The persistently high rate of infectious diseases requires constant monitoring, in-depth analysis of age-related characteristics of the disease spread and dynamics, and also necessitates improving the sanitary and epidemiological well-being of the population, specifically, children, adolescents, and their parents. The study aimed to study epidemiological trends and identify the most vulnerable age groups among the pediatric population in the context of the incidence of key infections, such as acute intestinal infections (AIs), enterovirus infection, viral hepatitis A, measles, whooping cough and enterobiasis. A retrospective epidemiological analysis of official statistical data over a seven-year period (2018–2024) was carried out covering the pediatric population of the Western Administrative Okrug (ZAO) of Moscow. Age differences in the structure of infectious morbidity have been determined. In children under one year, viral AIs (rotavirus, norovirus) and airborne infections prevailed. A similar trend for viral AIs is reported in children aged 1–2 years. High prevalence of enterobiasis is reported for children aged 3–6 years (attending preschool educational institutions), and a significant increase in the incidence of enterovirus infection and airborne infections is reported in all age groups, especially in school students and adolescents. As for the viral hepatitis A incidence, the situation remains stable throughout the assessed period in all age groups. High incidence of key infections among children persisting in all age groups demonstrates an urgent need for the development and implementation of the targeted and adapted hygiene education programs for pediatric population and parents.

Keywords: children and adolescents, age groups, infectious diseases, morbidity, hygiene education

 **Correspondence should be addressed:** Vasily P. Krylov
Gostinichnaya, 12, bld. 6, Moscow, 127106, Russia; vasily.rune.77@gmail.com

Received: 07.09.2025 **Accepted:** 11.12.2025 **Published online:** 30.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.148

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Из-за того что иммунная система детей только развивается, дети часто болевают инфекционными болезнями. Недостаток специфического иммунитета к различным возбудителям наряду с другими причинами приводит к высокой заболеваемости среди детей. Иммунная система ребенка начинает формироваться еще до рождения, с первых недель внутриутробного развития. Формирование структуры и функциональности иммунной системы происходит в процессе роста организма, начиная с рождения и заканчивая наступлением половой зрелости.

Центральными элементами иммунной реакции являются идентификация и последующее удаление чужеродных антигенных агентов как внешнего (например, патогенных микроорганизмов), так и внутреннего (например, инфицированных вирусом или злокачественно измененных клеток) происхождения. Система защиты организма от чужеродных субстанций основана на синергии врожденного и адаптивного (приобретенного) иммунитета, которые дополняют друг друга и пребывают в непрерывном взаимодействии [1–3].

Среди детей и подростков особенно распространены инфекционные заболевания, передающиеся воздушно-капельным и контактно-бытовым путем, поэтому ведущую роль в предупреждении таких инфекционных заболеваний играют гигиеническое воспитание и обучение детей и подростков, ведь в детских коллективах несоблюдение гигиены — одна из главных причин распространения инфекций. Элементарные санитарно-гигиенические навыки, знания и умения дети должны получать уже в дошкольные годы или в начальных классах школы. В этом возрасте важно выработать устойчивые привычки: обязательно мыть руки перед едой, принимать меры предосторожности при возможном контакте с заболевшими людьми — держать дистанцию, регулярно проветривать помещения, носить защитные маски, пользоваться индивидуальной посудой. В более старшем возрасте ребенок должен осознавать ответственность за возможное распространение инфекций — например, понимать недопустимость посещения школы с симптомами ОРВИ. Помимо этого важным звеном в формировании гигиенического воспитания детей и подростков является профилактика вакциноуправляемых инфекций. Вакцинация — самое эффективное средство защиты от инфекционных болезней, а отказ от нее ведет к непоправимым последствиям, вплоть до летального исхода. Например, в 1990-х гг. в Российской Федерации (РФ) и странах бывшего СССР произошла крупная вспышка дифтерии. С 1990 по 1996 г. только в РФ ею заболели 111 144 человека, из них 35 928 детей, из них с летальным исходом 3047 человек (729 детей). Практически все умершие от дифтерии (95%) не были привиты. Ключевыми факторами неблагоприятной эпидемической обстановки стали системные недочеты в организации прививочной кампании: снижение уровня вакцинации как среди детей, так и среди взрослых из-за отказов от прививок, которое в целом указывало на низкий уровень гигиенического воспитания [4].

Острые кишечные инфекции (ОКИ) являются одной из наиболее распространенных инфекционных патологий среди российских детей. В 2019 г. более 70% от общего числа зарегистрированных случаев (свыше 960 000) пришлось на детское население [5, 6]. При этом доля ОКИ с установленными возбудителями у детей составила 79% (196 424 случая), что в разы превышает показатель населения в целом. Подавляющее большинство случаев ОКИ у детей приходится на младшие возрастные группы. Доминируют вирусные инфекции (до 70%), в частности рота- и норовирусные, также встречаются смешанные вирусно-бактериальные формы [7, 8].

Энтеровирусная инфекция демонстрирует общую тенденцию к росту в России. После снижения в 2018 г. в 2019 г. заболеваемость выросла на 25%, причем 91,8% случаев (17 003 человека) были зарегистрированы у детей.

Заболеваемость детей острым вирусным гепатитом А также выросла на 12,1% в 2019 г., составив 4,98 на 100 000 населения. Дети до 17 лет составили 34% от общего числа заболевших (1441 случай) в 2019 г., несмотря на минимальные показатели заболеваемости в предшествующем году [9, 10].

Наравне с кишечными инфекциями среди детей и подростков распространены инфекции, передающиеся воздушно-капельным путем. В РФ многие годы регистрировали единичные случаи кори, были отмечены случаи завоза из зарубежных стран. Однако в конце 2019 — начале 2020 г. произошел значительный подъем

заболеваемости корью детей и взрослых сначала в Европе, а затем в РФ. Например, в Республике Саха (Якутия) на долю детей до 17 лет пришлось 29,4% заболевших, а наибольшее число заболевших детей было зарегистрировано в возрастной группе 1–2 лет — 10 случаев (5,9%) [11].

Рост заболеваемости коклюшем также отмечен во всех группах населения, особенно у детей. В Оренбургской области в 2023 г. дети до 14 лет составили подавляющее большинство (81,3%) всех заболевших коклюшем. Особую тревогу вызывает резкий рост заболеваемости самых маленьких: у детей до года показатель превысил уровень 2019 г. в 6,4 раза (с 52,63 до 338 на 100 000 детей). Значительно выросла заболеваемость и среди подростков 15–17 лет, увеличившись с 7,58 до 207,53 на 100 000 по сравнению с допандемийным 2019 г. [10, 12].

Паразитарные заболевания, в частности энтеробиоз, также по-прежнему широко распространены среди детей и подростков [13]. В Астраханской области с 2016 по 2020 г. зарегистрировано 11 502 случаев глистных и протозойных инвазий, причем 93,7% из них (10 777 случаев) пришлось на детей до 17 лет. В этот период энтеробиоз составил 84% от всех паразитарных инвазий у детей (9 052 случая). Наибольшая доля случаев (58,5% или 5 295 случаев) зарегистрирована у детей школьного возраста (от 7 до 17 лет). У детей от года до 7 лет энтеробиоз диагностировали в 38,2% случаев (3 702 случая), что в 1,5 раза реже, чем у школьников. Самая низкая заболеваемость отмечена среди младенцев от 5 до 12 месяцев (0,6%, 54 случая) и детей до года (0,3%, 14 случаев) [14].

Целью работы было проанализировать заболеваемость инфекционными болезнями детского населения с целью совершенствования гигиенического воспитания детей разных возрастных групп и их родителей.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В рамках исследования проведен комплексный анализ инфекционной заболеваемости детского населения разных возрастных групп. Основной задачей анализа было выявление возрастных групп, наиболее подверженных инфекционным заболеваниям с целью разработки программ гигиенического воспитания с учетом возрастных особенностей.

В ходе ретроспективного исследования использовали статистические данные по заболеваемости подростков с инфекционными диагнозами — данные статистических учетно-отчетных годовых форм № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве» в Западном административном округе (ЗАО) г. Москвы за период с 2018 по 2024 г., а также сведения о численности населения каждой возрастной группы по данным таблиц расчетного населения административных округов г. Москвы за период с 2018 по 2024 г. Показатели заболеваемости анализируемыми инфекциями рассчитывали на 1000 человек в каждой возрастной группе с применением программного комплекса MS Office 2016 (Microsoft; США).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Установлены различия заболеваемости в разных возрастных группах детей и подростков. На рис. 1 отражены изменения показателей инфекционной заболеваемости за 7 лет (с 2018 по 2024 г.) среди детей разных возрастных групп в ЗАО г. Москвы. В анализ включены заболевания,

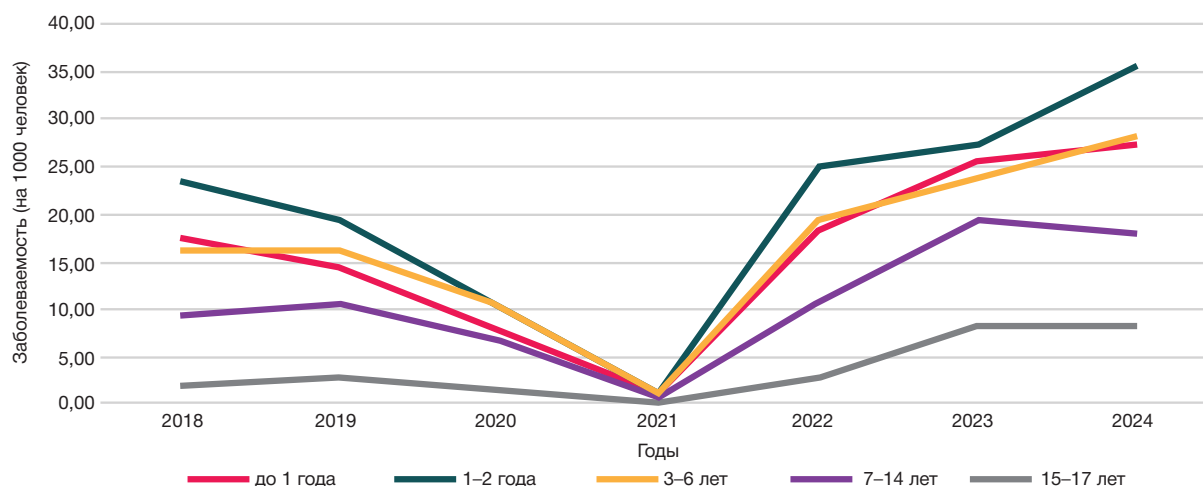


Рис. 1. Показатели заболеваемости инфекционными заболеваниями детей ЗАО г. Москвы в период с 2018 по 2024 г. (средний показатель за 7 лет)

передающиеся воздушно-капельным и контактно-бытовым путями (аэрогенный и фекально-оральный механизмы передачи инфекции), особенно распространенные среди детей. Среди инфекционных заболеваний, выявленных в данной популяции, наиболее высокие показатели заболеваемости характерны для ОКИ и энтеробиоза. В структуре заболеваемости ведущие места занимают ОКИ, вызванные установленными бактериальными, вирусными возбудителями, а также пищевые токсикоинфекции установленной этиологии, энтеровирусная инфекция, вирусный гепатит А, энтеробиоз, коклюшная инфекция, коревая инфекция.

В возрастной группе детей до года в динамике с 2018 по 2024 г. зафиксированы максимальные уровни заболеваемости вирусными ОКИ (включая ротавирус и норовирус), а также инфекциями, передающимися воздушно-капельным путем, такими как коклюш и корь (рис. 2).

В возрастной группе 1–2 года наблюдается устойчиво высокий уровень заболеваемости ОКИ вирусной этиологии (в частности, ротавирусной и норовирусной) в динамике в 2018–2024 гг. (рис. 3).

В возрастной группе 3–6 лет наблюдается вызывающий тревогу рост заболеваемости управляемыми инфекциями (корь, коклюш), передающимися воздушно-капельным путем. Кроме того, увеличилось число случаев энтеробиоза (рис. 4).

У детей 7–14 лет также отмечено многократное увеличение заболеваемости воздушно-капельными инфекциями (коклюш, корь), в несколько раз увеличилась заболеваемость острыми кишечными и энтеровирусной инфекциями, помимо этого возросли показатели заболеваемости энтеробиозом (рис. 5).

У детей 15–17 лет, как и у детей 7–14 лет, отмечен рост заболеваемости почти всеми анализируемыми инфекциями: увеличились показатели заболеваемости инфекциями, передающимися воздушно-капельным путем (коклюш, корь), в несколько раз увеличилась заболеваемость острыми кишечными и энтеровирусной инфекциями, также возросли показатели заболеваемости энтеробиозом (рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Основываясь на результатах проведенного анализа инфекционной заболеваемости детей разных возрастных групп, проживающих на территории ЗАО г. Москвы, можно отметить высокую заболеваемость ОКИ (ОКИ, вызванными установленными бактериальными, вирусными возбудителями, а также пищевыми токсикоинфекциями установленной этиологии) не только детей младшего возраста, но также школьников и подростков (3–6 лет — прирост 48%, 7–14 лет — 188,5%, 15–17 лет — 291,3%). Это согласуется с данными исследований по РФ [5, 6].

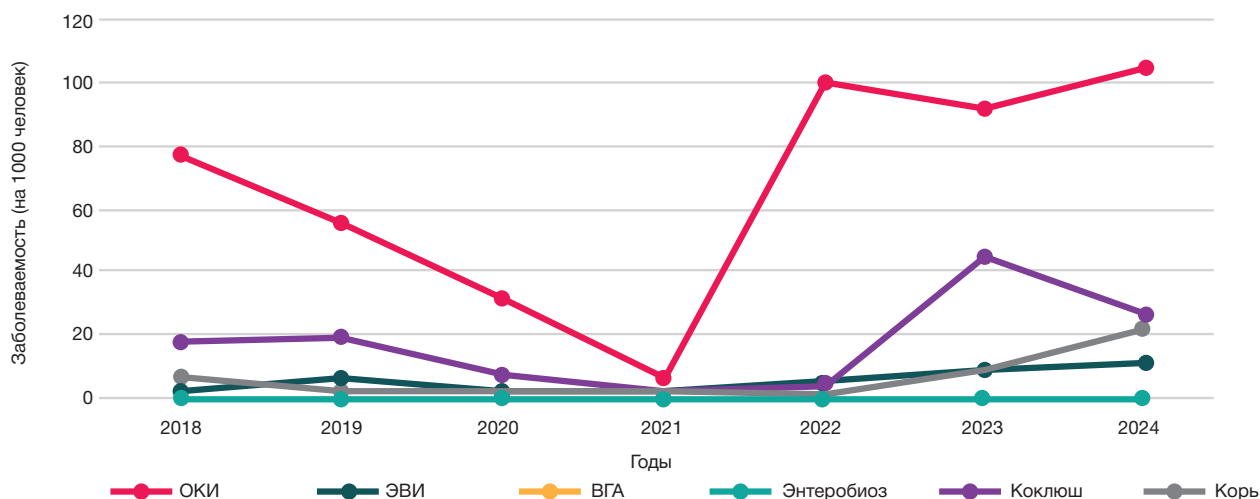


Рис. 2. Показатели заболеваемости инфекционными заболеваниями детей до года ЗАО г. Москвы в период с 2018 по 2024 г. Примечание: ОКИ — острые кишечные инфекции; ЭВИ — энтеровирусная инфекция; ВГА — вирусный гепатит А.

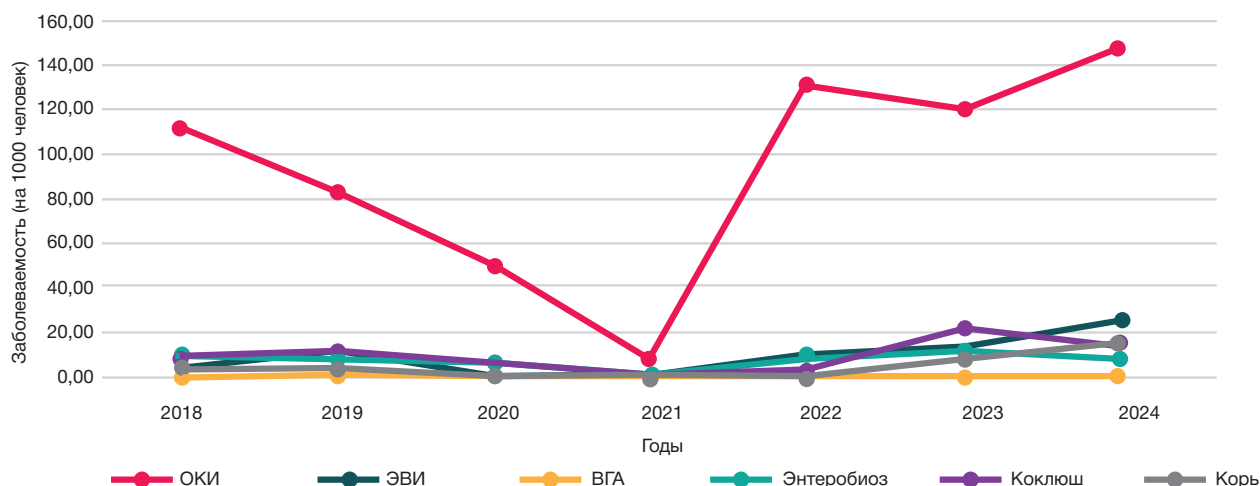


Рис. 3. Показатели заболеваемости инфекционными заболеваниями детей 1–2 лет ЗАО г. Москвы в период с 2018 по 2024 г. Примечание: ОКИ — острые кишечные инфекции; ЭВИ — энтеровирусная инфекция; ВГА — вирусный гепатит А

Наблюдается выраженный рост заболеваемости энтеровирусной инфекцией детей всех возрастных групп (до года — прирост 273,8%, 1–2 года — 490,8%, 3–6 лет — 645,4%, 7–14 лет — 502%, 15–17 лет — 292,6%), что также согласуется с ранее опубликованными данными исследований по РФ [9, 10].

Ситуация с вирусным гепатитом А у детей и подростков на территории ЗАО г. Москвы в выбранный период стабильная, самой многочисленной возрастной группой по заболеваемости данной инфекцией являются дети 7–14 лет (17% от общего числа заболевших — 118 случаев), в отличие от ситуации в РФ, где, согласно ранее опубликованным данным, отмечен прирост заболеваемости среди всего детского населения [9, 10].

Среди заболевших энтеробиозом также преобладают группы детей и подростков, посещающих дошкольные и общеобразовательные организации. Они составили 96,5% от общего числа заболевших энтеробиозом, что согласуется с ранее опубликованным данными по заболеваемости энтеробиозом на территории Астраханской области [14].

В ЗАО г. Москвы отмечена тенденция подъема заболеваемости коревой инфекцией. Дети до 17 лет составили 56,9% от числа всех заболевших, а наибольшее число случаев заболевания выявлено в возрастной группе 7–14 лет — 1216 случаев (24,1%). Аналогичная тенденция выявлена в Республике Саха (Якутия) [11].

Заболеваемость коклюшем в ЗАО г. Москвы увеличилась многократно во всех возрастных группах. Большинство случаев также пришлось на долю детей 7–14 лет, посещающих общеобразовательные организации (38,2% от всех заболевших коклюшем), что согласуется с данными исследований заболеваемости коклюшем в Оренбургской области [10, 12].

Гигиеническое воспитание и популяризация здорового образа жизни составляют основу профилактики инфекционных заболеваний. Эти направления реализуются последовательно и постоянно — с момента поступления ребенка в школу и на протяжении всего образовательного пути. Профилактическая работа с детьми должна вестись на постоянной основе в самых разных условиях: в домашней обстановке, во время школьных занятий, внеурочных мероприятий, а также в местах детского отдыха и оздоровления. При этом важно учитывать два взаимосвязанных аспекта воздействия. Первый — индивидуальный, а именно прямое обучение ребенка, освоение им необходимых знаний и практических умений в области гигиены. Второй — влияние ближайшего социального окружения, где ключевую роль играют родители. Именно семья помогает ребенку закрепить то, что он узнал в образовательном учреждении. Согласованная деятельность педагогов и родителей дает ощутимые результаты. В первую очередь, у всех участников

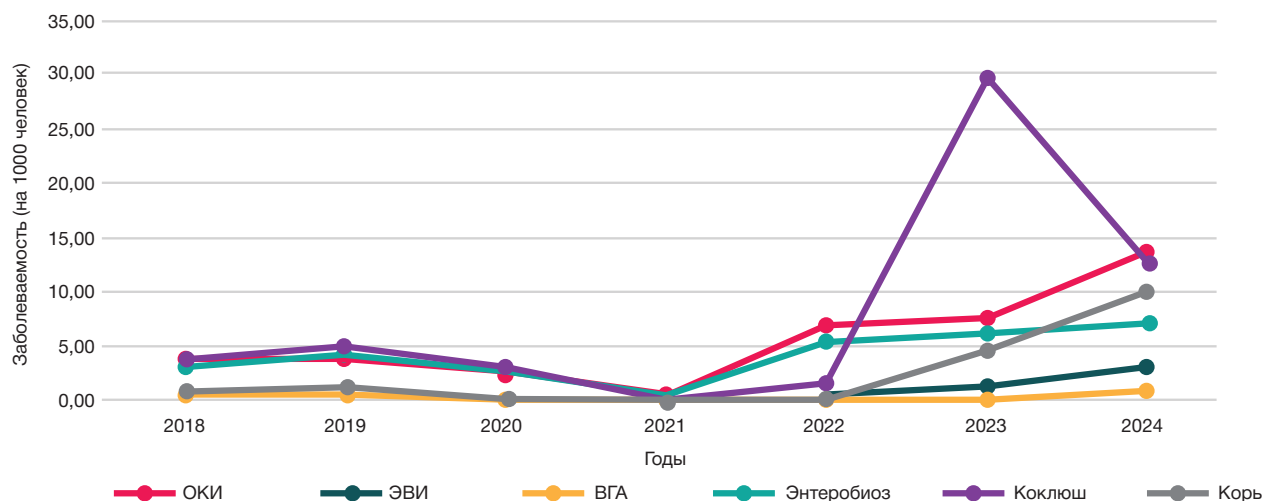


Рис. 4. Показатели заболеваемости инфекционными заболеваниями детей 3–6 лет ЗАО г. Москвы в период с 2018 по 2024 г. Примечание: ОКИ — острые кишечные инфекции; ЭВИ — энтеровирусная инфекция; ВГА — вирусный гепатит А.

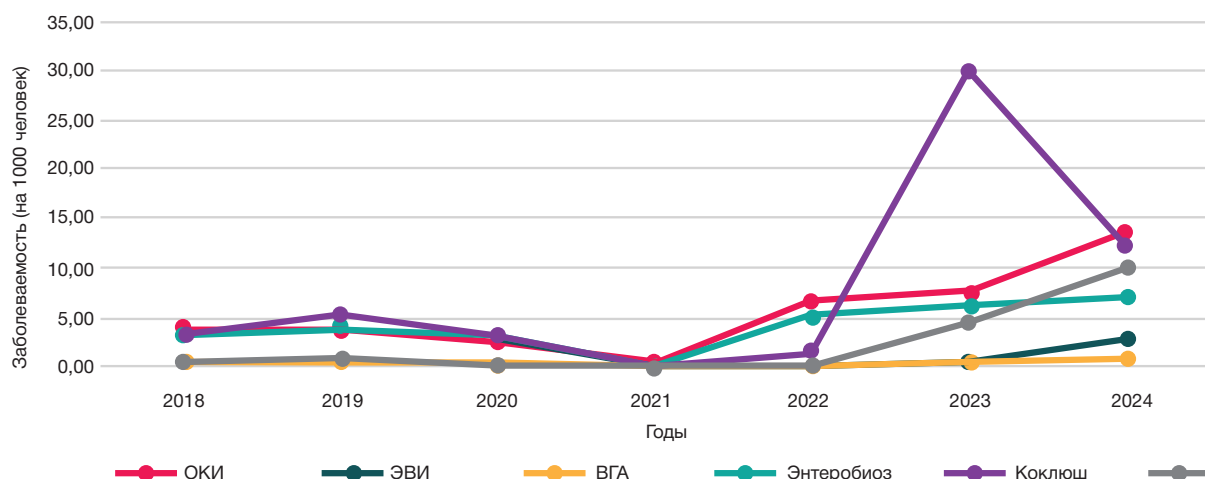


Рис. 5. Показатели заболеваемости инфекционными заболеваниями детей 7–14 лет ЗАО г. Москвы в период с 2018 по 2024 г. Примечание: ОКИ — острые кишечные инфекции; ЭВИ — энтеровирусная инфекция; ВГА — вирусный гепатит А

процесса формируется единое понимание значимости гигиенических норм и правил поведения. Вовторых, обеспечивается непрерывность обучения — полученные в школе знания успешно переносятся в повседневную жизнь. Втретьих, теоретические сведения прочно усваиваются благодаря их регулярному практическому применению. И, наконец, многократное повторение действий способствует формированию устойчивых привычек. Для учащихся более эффективными методами повышения уровня гигиенического воспитания могли бы быть различные конкурсы, викторины, уроки иммунизации, игровые мероприятия, тематические диктанты, сочинения, игровые видео. Для учителей и родителей необходимо проводить семинары, собрания (о важности вакцинопрофилактики, о том, как защитить ребенка от инфекции и т. д.) с анкетированием для определения уровня их знаний. Объединенные усилия детей, родителей и педагогов способствуют более глубокому усвоению гигиенических знаний, что, в свою очередь, ведет к снижению уровня инфекционных заболеваний.

ВЫВОДЫ

В ходе исследования изучены эпидемиологические тенденции и выявлены наиболее уязвимые возрастные группы среди детского населения по ключевым инфекционным заболеваниям (острые кишечные инфекции (ОКИ), энтеровирусная инфекция, вирусный гепатит А, корь, коклюш, энтеробиоз). Наибольшая уязвимость выявлена

в младших возрастных группах: дети до года демонстрируют максимальные показатели заболеваемости вирусными ОКИ (ротавирус, норовирус), а также инфекциями, передающимися воздушно-капельным путем (коклюш, корь), в группе 1–2 года сохраняется устойчиво высокий уровень заболеваемости вирусными ОКИ (преимущественно ротавирусной и норовирусной этиологии). У дошкольников (3–6 лет) отмечен тревожный рост показателей вакциноуправляемых воздушнокапельных инфекций (корь, коклюш), энтеробиоза. Среди школьников (7–14 лет) зафиксировано многократное увеличение заболеваемости инфекциями, передающимися воздушно-капельным путем (корь, коклюш), ОКИ и энтеровирусной инфекцией, энтеробиозом. Подростки (15–17 лет) демонстрируют схожую с младшими школьниками динамику, рост заболеваемости по практически всем анализируемым нозологиям, включая передающиеся воздушно-капельным путем, кишечные и паразитарные инфекции. Исследование подтвердило возрастную неоднородность рисков инфицирования. Наибольшая угроза наблюдается у младенцев (до года) и школьников (7–14 лет). Полученные данные могут стать основой для разработки дифференцированных профилактических программ, нацеленных на конкретные возрастные группы и приоритетные нозологии, предназначенных для совершенствования гигиенического воспитания детей и их родителей и снижения показателей инфекционной заболеваемости.

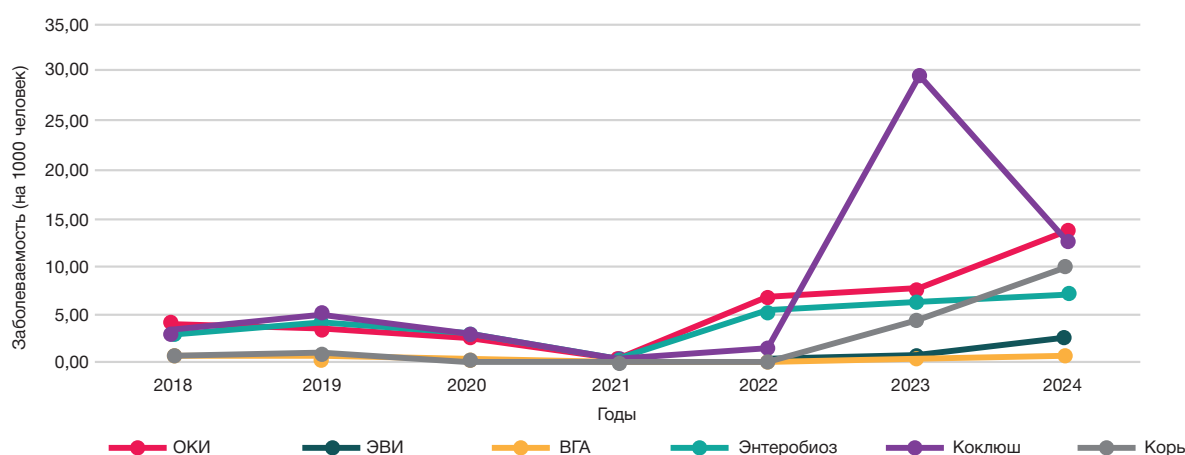


Рис. 6. Показатели заболеваемости инфекционными заболеваниями детей 15–17 лет ЗАО г. Москвы в период с 2018 по 2024 г. Примечание: ОКИ — острые кишечные инфекции; ЭВИ — энтеровирусная инфекция; ВГА — вирусный гепатит А.

Литература

1. Зайцева О. В. Инфекция и иммунитет: актуальные вопросы практике педиатра. Детские инфекции. 2015; 14 (1): 36–43.
2. Bellanti JA. Immunology IV: Clinical Application in Health and Disease. Washington: I Care Press, 2012; 1063 p.
3. Janeway ChA, et al. Immunobiology (6th edition). Garland Science Publishing, New York — London, 2005; 823 p.
4. Максимова Н. М., Якимова Т. Н., Маркина С. С., Яцковский К. А., Адугозелов С. Э. Дифтерия в России в 21 веке. Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2017; 5 (96): 4–15.
5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году». Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145.
6. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году». Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=12053.
7. Бехтерева М. К., Лукьянова А. М., Хорошева Т. С., Волохова О. А., Кветная А. С. Современные подходы к рациональной терапии бактериальных диарей. Лечащий врач. 2014; (12): 54. URL: <https://www.lvrach.ru/2014/12/15436120/>.
8. Лукьянова А. М., Бехтерева М. К., Птичникова Н. Н. Клинико-эпидемиологическая характеристика вирусных диарей у детей. Журнал инфектологии. 2014; 6 (1): 60–6.
9. Лобзин Ю. В., Рычкова С. В., Усков А. Н., Скрипченко Н. В., Федоров В. В. Современные тенденции инфекционной заболеваемости у детей в Российской Федерации. Кубанский научный медицинский вестник. 2020; 27 (4): 119–33.
10. Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях за январь–декабрь 2018 г. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2019. URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/activities/statisticalmaterials/statistic_details.php?ELEMENT_ID=11277.
11. Дмитриева Т. Г., Нестерева М. Е. Анализ инфекционной заболеваемости у детей в Республике Саха (Якутия) с 2012 по 2021 гг. Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова. Серия «Медицинские науки». 2023; (1): 37–46.
12. Денисюк Н. Б., Попова Л. Ю., Алеманова Г. Д., Кузнецова Л. Ю. Эпидемиологическая ситуация по коклюшу в Оренбургском регионе: анализ заболеваемости, проблемы профилактики. Детские инфекции. 2025; 24 (2): 5–9. DOI: 10.22627/2072-8107-2025-24-2-5-9.
13. Пентина Е. А., Сошников В. И. Аскаридоз и энтеробиоз в постсоветский период. Интернаука. 2022; 1-1(224): 22–4.
14. Коноплева В. В., Шпилова Н. А., Зайцева А. Е., Мазурина Е. О., Аракелян Р. С., Касаткин Д. Н. и др. Энтеробиоз у детей на территории Астраханской области. Международный научно-исследовательский журнал. 2024; 1 (139): 1–5. DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.39.

References

1. Zajceva OV. Infekcija i immunitet: aktual'nye voprosy v praktike pediatri. Detskie infekcii. 2015; 14 (1): 36–43 (in Rus.).
2. Bellanti JA. Immunology IV: Clinical Application in Health and Disease. Washington: I Care Press, 2012; 1063 p.
3. Janeway ChA, et al. Immunobiology (6th edition). Garland Science Publishing, New York — London, 2005; 823 p.
4. Maksimova NM, Jakimova TN, Markina SS, Jackovskij KA, Aduguzelov SJe. Difterija v Rossii v 21 veke. Jepidemiologija i vakcinoprofilaktika. 2017; 5 (96): 4–15 (in Rus.).
5. Gosudarstvennyj doklad "O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2017 godu". Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2018 (in Rus.). Available from: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145.
6. Gosudarstvennyj doklad "O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2018 godu". Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2019 (in Rus.). Available from: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=12053.
7. Behtereva MK, Lukjanova AM, Horosheva TS, Volohova OA, Kvetnaja AS. Sovremennye podhody k racional'noj terapii bakterial'nyh diarej. Lechashhij vrach. 2014; (12): 54 (in Rus.). Available from: <https://www.lvrach.ru/2014/12/15436120/>.
8. Lukjanova AM, Behtereva MK, Ptichnikova NN. Kliniko-jepidemiologicheskaja harakteristika virusnyh diarej u detej. Zhurnal infekologii. 2014; 6 (1): 60–6 (in Rus.).
9. Lobzin JuV, Rychkova SV, Uskov AN, Skripchenko NV, Fedorov VV. Sovremennye tendencii infekcionnoj zabolevaemosti u detej v Rossijskoj Federacii. Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik. 2020; 27 (4): 119–33 (in Rus.).
10. Svedenija ob infekcionnyh i parazitarnyh zabolevanijah za janvar'–dekabr' 2018 g. Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka; 2019 (in Rus.). Available from: https://www.rosпотребнадзор.ru/activities/statisticalmaterials/statistic_details.php?ELEMENT_ID=11277.
11. Dmitrieva TG, Nestereva ME. Analiz infekcionnoj zabolevaemosti u detej v Respublike Saha (Jakutija) s 2012 po 2021 gg. Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta imeni M.K. Ammosova. Serija "Medicinskie nauki". 2023; (1): 37–46 (in Rus.).
12. Denisjuk NB, Popova LJ, Alemanova GD, Kuznecova LJ. Jepidemiologicheskaja situacija po kokljushu v Orenburgskom regione: analiz zabolevaemosti, problemy profilaktiki. Detskie infekcii. 2025; 24 (2): 5–9 (in Rus.). DOI: 10.22627/2072-8107-2025-24-2-5-9.
13. Pentina EA, Soshnikov VI. Askaridoz i jenterobioz v postsovetiskij period. Internauka. 2022; 1-1(224): 22–4 (in Rus.).
14. Konopleva VV, Shipilova NA, Zajceva AE, Mazurina EO, Arakeljan RS, Kasatkin DN, et al. Jenterobioz u detej na territorii Astrahanskij oblasti. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2024; 1 (139): 1–5 (in Rus.). DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.39.

ДИНАМИКА УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПОМЕЩЕНИЯХ

М. А. Лобкис, И. И. Новикова, С. П. Романенко, А. В. Сорокина✉

Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, Новосибирск, Россия

В настоящее время актуальным является изучение неблагоприятного воздействия длительного пребывания обучающихся в условиях, не отвечающих требованиям нормативов по показателям микроклимата и концентрации CO_2 , способного вызывать нарушение самочувствия, снижение показателей умственной деятельности, нарушение адаптационных возможностей организма. Целью работы было оценить динамику умственной работоспособности обучающихся в зависимости от указанных параметров. Показатели температуры, влажности и CO_2 ($n = 673$) регистрировали с помощью «Инженерно-технического модуля» в двух классах. Умственную работоспособность оценивали по коэффициенту работоспособности, показателям кратковременной памяти и внимания ($n = 352$) с использованием аппаратно-программного комплекса «НС-ПсихоТест». Статистическую обработку данных выполняли при уровне значимости $p < 0,05$. Зарегистрированы повышенная температура (до $25,7^\circ\text{C}$) и низкая влажность (до $31,3\%$), а также устойчивое повышение концентрации CO_2 по сравнению с нормой (1000 ppm) до 2586 ppm . Установлено снижение доли учащихся с высокой работоспособностью на 30% к концу дня. Выявлены значимые обратные корреляции умеренной силы между работоспособностью и концентрацией CO_2 ($r = -0,464$, $p < 0,001$), а также слабые — с температурой ($r = -0,327$, $p < 0,001$). Обнаружена сильная обратная связь между утомлением и уровнем CO_2 ($r = -0,599$, $p < 0,001$). Наиболее выраженное ухудшение функционального состояния наблюдалось в периоды максимальных концентраций CO_2 . Исследование выявило взаимосвязь между ухудшением параметров воздушной среды и снижением умственной работоспособности школьников, что обосновывает необходимость мониторинга и профилактических мероприятий.

Ключевые слова: общеобразовательные организации, обучающиеся, гигиенические условия обучения, микроклимат, диоксид углерода, умственная работоспособность, утомление, риски здоровью, профилактика

Вклад авторов: И. И. Новикова, М. А. Лобкис — концепция и дизайн исследования; М. А. Лобкис, С. П. Романенко, А. В. Сорокина — сбор и обработка материала; М. А. Лобкис, С. П. Романенко — статистическая обработка материала; М. А. Лобкис, А. В. Сорокина — написание текста; И. И. Новикова, С. П. Романенко — научное редактирование.

Соблюдение этических стандартов: дизайн исследования предварительно прошел экспертизу в Локальном этическом комитете ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (протокол № 2 от 1 февраля 2024 г.). Получено предварительное письменное информированное согласие родителей/законных представителей на участие детей в исследовании.

✉ **Для корреспонденции:** Сергей Павлович Романенко
ул. Пархоменко, д. 7, г. Новосибирск, 630108, Россия; romanenko_sp@niig.su

Статья получена: 25.06.2025 **Статья принята к печати:** 26.12.2025 **Опубликована онлайн:** 31.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.149

Авторские права: © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DYNAMICS OF MENTAL PERFORMANCE IN SCHOOLCHILDREN UNDER POOR INDOOR CLIMATE CONDITIONS AND ELEVATED CARBON DIOXIDE LEVELS

Lobkis MA, Novikova II, Romanenko SP✉, Sorokina AV

Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor, Novosibirsk, Russia

One of the pressing current issues requiring investigation is the adverse effect of prolonged exposure of schoolchildren to substandard indoor climates and elevated CO_2 levels, which can impair their well-being, hinder cognitive performance, and disrupt the body's adaptive capabilities. This study aimed to assess the dynamics of mental performance of students depending on the said parameters, the indoor climate and CO_2 levels. The temperature, humidity, and CO_2 datapoints ($n = 673$) were recorded using an Engineering Technical Module in two rooms. Mental performance was assessed by the performance quotient and indicators of short-term memory and attention ($n = 352$); for this purpose, we used an NS-Psychotest hardware and software complex. In statistical processing, the threshold of significance was set at $p < 0.05$. We registered an increase of temperature up to 25.7°C , a decrease of humidity to 31.3% , and a steady growth of the concentration of CO_2 from the normal 1000 ppm to substandard 2586 ppm . By the end of the day, the proportion of schoolchildren capable of high-level mental performance had dropped by 30% . We identified significant, moderately strong inverse correlations between performance level and CO_2 concentrations ($r = -0.464$, $p < 0.001$), as well as weak inverse correlations with temperature ($r = -0.327$, $p < 0.001$). A strong inverse relationship was found between fatigue and CO_2 levels ($r = -0.599$, $p < 0.001$); schoolchildren's functional state was poorest when the CO_2 concentration was highest. The study identified a correlation between the deterioration of air quality parameters and reduced mental performance among students, highlighting the necessity for monitoring and preventive interventions.

Keywords: educational institutions, schoolchildren, hygienic learning conditions, microclimate, carbon dioxide, mental performance, fatigue, health risks, prevention

Author contribution: Novikova II, Lobkis MA — concept and design of the study; Lobkis MA, Romanenko SP, Sorokina AV — collection and processing of the material; Lobkis MA, Romanenko SP — statistical processing of the material; Lobkis MA, Sorokina AV — article authoring; Novikova II, Romanenko SP — editing.

Compliance with ethical standards: the study design was previously reviewed by the Local Ethics Committee of the Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor (Minutes No. 2 of February 1, 2024). The parents/legal representatives have filled the informed consent forms for the children's participation in the study.

✉ **Correspondence should be addressed:** Sergey P. Romanenko
Parkhomenko, 7, Novosibirsk, 630108, Russia; romanenko_sp@niig.su

Received: 25.06.2025 **Accepted:** 26.12.2025 **Published online:** 31.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.149

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Период обучения в школе оказывает существенное влияние на формирование психического и физического здоровья обучающихся, которое зависит от соответствия условий обучения гигиеническим нормативам. Неблагоприятные факторы окружающей среды на фоне увеличения учебной нагрузки истощают резервные возможности организма, что приводит к функциональным отклонениям, нарушениям как психического, так и физического здоровья [1, 2]. При создании благоприятных условий воспитания и обучения одними из важных задач остаются контроль и оздоровление воздушной среды в общеобразовательных учреждениях, определяемой, в частности, показателями параметров микроклимата и содержания углекислого газа (CO_2) [3].

Исследования показали, что длительное пребывание в условиях повышенных концентраций (1000–1500 ppm и более) CO_2 оказывает как острое, так и отсроченное отрицательное влияние на общее самочувствие обучающихся, обусловленное нарушением обменных процессов кровеносной, центральной и дыхательной систем, что выражается в снижении показателей работоспособности и умственной деятельности, повышении утомляемости и низкой сопротивляемости к инфекционным и неинфекционным агентам с ростом числа случаев заболеваний верхних дыхательных путей [4–7].

По данным медиков, у детей, обучающихся в классах с высокой концентрацией CO_2 , часто наблюдаются тяжелое дыхание, одышка, сухой кашель и ринит. У детей-астматиков могут возникать приступы астмы [8]. Из-за повышения концентрации CO_2 в школах увеличивается число пропусков уроков учащимися по болезни. Респираторные инфекции и астма являются основными заболеваниями в таких школах. Повышение концентрации CO_2 в классе отрицательно влияет на результаты учебы детей, снижает их работоспособность. Его рассматривают как фактор риска синдрома хронической усталости и роста числа случаев заболеваний верхних дыхательных путей [9–11].

Согласно исследованиям посещаемости учащихся в зависимости от повышения концентрации CO_2 в учебных аудиториях, проведенным более чем в 400 школах в США, повышение концентрации CO_2 до 1000 ppm приводит к снижению посещаемости на 10–20%, а каждые лишние 100 ppm CO_2 снижают годовую посещаемость учеников на 0,2% [12]. Исследования, проведенные в детских дошкольных учреждениях, показали, что увеличение частоты воздухообмена положительно влияет на посещаемость детских садов: сокращение заболеваемости на 12% наблюдается при каждом часовом увеличении показателя кратности воздухообмена [13].

При повышенном содержании CO_2 в воздухе помещений отмечают рост числа жалоб на быстрое утомление, головную боль, выявленные у трети учащихся младших классов школ Белоруссии при концентрации диоксида углерода в учебных классах выше 1500 ppm [14, 15]. Имеются данные, свидетельствующие о снижении концентрации внимания на 30,0% при концентрации CO_2 выше 600–800 ppm, а при концентрациях более 1500 ppm около 80,0% учащихся испытывают чувство усталости [16]. Несоответствующие нормативным параметрам показатели микроклимата также приводят к нарушению самочувствия, обусловленному физиологическими сдвигами в функциональном состоянии органов и систем [17, 18], влияя на течение процессов адаптации у детей в условиях многокомпонентного воздействия факторов среды образовательных организаций [19].

Таким образом, данные многочисленных исследований свидетельствуют об актуальности изучения влияния качества воздушной среды, обусловленной параметрами микроклимата и содержания углекислого газа в закрытых помещениях с длительным пребыванием в них людей и особенно детей, на функциональное состояние и здоровье.

Важно отметить, что в условиях учебных помещений рост концентрации CO_2 коррелирует с накоплением широкого спектра других антропогенных загрязнителей человеком в процессе жизнедеятельности, а также веществ, выделяющихся из отделочных материалов, мебели и учебных принадлежностей. Таким образом, CO_2 в данном контексте можно рассматривать как удобный интегральный индикатор (суррогатный маркер) общего уровня антропогенной нагрузки на воздушную среду закрытого помещения. Следовательно, наблюдаемые эффекты на работоспособность и самочувствие с высокой вероятностью обусловлены сочетанным действием комплекса загрязнителей, косвенным показателем которого является концентрация CO_2 .

Целью исследования было оценить динамику умственной работоспособности школьников в течение учебного дня в зависимости от фактических параметров микроклимата и концентрации углекислого газа в учебных помещениях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовали гигиенические, физиологические, аналитические методы исследования.

Измерения фактических показателей микроклимата проводили с помощью разработанного «Инженерно-технического модуля» (сертификат об утверждении типа средств измерений, рег. номер 89313-23) в автоматическом круглосуточном непрерывном режиме в динамике недели. Модуль круглосуточно регистрировал отдельные параметры микроклимата (температуру, относительную влажность воздуха) и концентрацию углекислого газа с фиксацией измеренных значений, с формированием текущих и архивных сводных отчетов, а также с оценкой измерений в сравнении с заданными нормативными диапазонами в форме наглядной визуализации результатов мониторинга.

Измерения проводили в течение недели в двух классах начальной школы, в которых обучались учащиеся 3-го и 4-го классов. В кабинете, где обучались учащиеся 4-го класса (кабинет 1), обучение осуществлялось в первую смену, а в кабинете, где обучались учащиеся 3 класса (кабинет 2), — во вторую смену (число наблюдений — 673). Критериями оценки показателей микроклимата являлись параметры, соответствующие требованиям действующих нормативных документов (СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»; СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека»), диоксида углерода — межгосударственным стандартам (ГОСТ 30494—2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»; ГОСТ Р ЕН 13779—2007 «Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования»; EN 13779:2004 «Ventilation for non-residential buildings — performance requirements for ventilation and room-conditioning systems»). Кабинеты имели одинаковые архитектурно-планировочные и санитарно-технические характеристики:

площадь каждого кабинета составляла 54 м² при высоте потолков 3,2 м. Расчетная наполняемость соответствовала санитарным нормам и составляла 25 человек, что обеспечивало минимально допустимый воздушный куб на одного учащегося в размере 6,9 м³. Система отопления была центральной водяной с радиаторами. Регулировка температуры теплоносителя в течение учебного дня отсутствовала. Воздухообмен обеспечивала естественная приточно-вытяжная вентиляция через фрамуги окон и вытяжные каналы; искусственная принудительная вентиляция в кабинетах отсутствовала. Режим проветривания был регламентированным и осуществлялся силами педагогов на переменах в виде сквозного проветривания продолжительностью 5 мин согласно общему школьному графику; специальный мониторинг соблюдения данного режима не проводили. Влажную уборку выполняли два раза в день — в конце первой и второй смены. Важно отметить различия в использовании помещений: кабинет 1 эксплуатировали исключительно в первую смену для занятий 4-го класса, тогда как кабинет 2, где занимался 3-й класс во вторую смену, в первую смену использовали для кружковой деятельности с неполной наполняемостью (до 12 человек).

Умственную работоспособность обучающихся оценивали по показателям коэффициента работоспособности, динамики кратковременной памяти, показателям объема, концентрации и устойчивости внимания с использованием стандартных методик аппаратно-программного комплекса (АПК) «НС-ПсихоТест» в динамике учебного дня трехкратно (в начале, в середине и в конце учебного дня), в течение недели (число наблюдений — 352).

Для исследования умственной работоспособности использовали следующие методики.

1. «Таблицы Крепелина» [20] (оценка динамики умственной работоспособности и выявление утомляемости, три раза в течение учебного дня, $n = 132$), которые представляют собой восемь пар рядов однозначных чисел, в каждой из которых числа расположены друг над другом. По отношению суммы правильно выполненных сложений последних четырех строк (S_2) к сумме правильно выполненных сложений первых четырех строк (S_1) рассчитывают коэффициент работоспособности ($K_{\text{раб}} = S_2/S_1$).

2. «Память на числа» [21] (оценка динамики кратковременной памяти, два раза в течение учебного дня, $n = 88$). Эффективность мнемонических процессов определяют по количеству правильно найденных чисел, оцениваемых в баллах (2 балла — низкая эффективность, 3 балла — удовлетворительная, 4 балла — средняя, 5 баллов — высокая).

3. Методика Мюнстерберга [22] (оценка концентрации внимания, три раза в течение учебного дня, $n = 132$). Методика направлена на определение концентрации и устойчивости внимания. В тесте за 2 мин необходимо отыскать слова, находящиеся в ряду беспорядочно расположенных букв. Оценивается количество неправильно выделенных и количество пропущенных слов. Уровень устойчивости и концентрации внимания оценивается как низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий.

Статистическую обработку данных выполняли, используя методы параметрического и непараметрического анализа. Распределение количественных показателей оценивали с помощью критерия Шапиро–Уилка (при числе исследуемых показателей менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при числе исследуемых показателей более 50).

Использовали стандартные методы описательной статистики. Вычисляли средние значения, стандартные отклонения, медиану, максимальные и минимальные значения, 25–75 процентиль, величину и коэффициент вариации размаха.

Сравнительную оценку динамики количественных показателей с расчетом значимости различий при нормальном распределении проводили с помощью параметрического t -критерия Стьюдента, а при распределении, отличном от нормального, с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни (две независимые группы) и критерия Вилкоксона (две зависимые группы), критерия Краскела–Уоллиса (несколько независимых групп).

Для исследования взаимосвязи применяли методы корреляционного анализа. В качестве показателя тесноты связи между количественными показателями, имеющими нормальное распределение, использовали коэффициент корреляции Пирсона, а при распределении, отличном от нормального, — ранговую корреляцию Спирмена. Значения коэффициента корреляции интерпретировали в соответствии со шкалой Чеддока со следующими границами: слабая связь (0,1–0,3), умеренная (0,3–0,5), заметная (0,5–0,7), высокая (0,7–0,9), очень высокая (0,9–0,99). Значимость связи оценивали с помощью t -критерия Стьюдента, связь считали значимой при $p < 0,05$.

Статистическую обработку проводили с использованием программы STATISTICA 10 (StatSoft; США) и MS Office Excel 2016 (Microsoft; США).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка фактической динамики показателей температуры, относительной влажности воздуха и концентрации CO_2 с целью определения причинно-следственной связи с функциональным состоянием обучающихся показала в целом высокую вариабельность регистрируемых показателей. Средние величины температуры воздуха в первую смену находились в допустимых пределах. Во вторую смену зарегистрированы показатели, превышающие нормативные. Температура воздуха во вторую смену (кабинет 2) была значимо выше, чем в первую смену (кабинет 1) на всех трех уроках ($p < 0,001$ для каждого сравнения). Относительная влажность в кабинете 1 значимо превышала показатели кабинета 2 на всех уроках ($p < 0,001$). Концентрация CO_2 сильно варьировала в течение учебного дня в обоих кабинетах, достигая значений, значительно превышающих рекомендуемый гигиенический норматив (800–1000 ppm в соответствии с ГОСТ Р ЕН 13779–2007 «Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования»). Значимые различия концентрации CO_2 между сменами наблюдались только на втором уроке ($p = 0,049$). На первом и третьем уроках различия между сменами по концентрации CO_2 не были значимыми ($p > 0,05$). Динамика показателей в пределах каждой смены также заслуживает внимания. В кабинете 1 концентрация CO_2 возрастала от первого ко второму уроку (в среднем с 1312 до 2586 ppm), а к третьему уроку снижалась (2039 ppm), оставаясь высокой. В кабинете 2 концентрация CO_2 увеличивалась от первого ко второму уроку (с 1443 до 2097 ppm) и оставалась практически неизменной на третьем уроке (2098 ppm). Таким образом, выявлены устойчивые различия температуры и влажности между сменами, в то время как различия концентрации CO_2 носят несистематический характер (табл.).

Таблица. Средние показатели микроклимата и концентрации CO₂ на протяжении недели в динамике учебного дня

Показатели M ± SD	Первая смена (кабинет 1)		
	Уроки		
	1	2	3
Температура, С°	22,2 ± 0,5	23,3 ± 0,4	23,3 ± 0,8
Относительная влажность, %	46,5 ± 2,7	52,4 ± 4,3	50,5 ± 6,0
Концентрация CO ₂ , ppm	1312,2 ± 485,4	2586 ± 543,7	2039 ± 823,8
Показатели M ± SD	Вторая смена (кабинет 2)		
	Уроки		
	1	2	3
Температура, С°	25,7 ± 0,2	25,7 ± 0,9	25,7 ± 0,2
Относительная влажность, %	31,3 ± 2,5	32,5 ± 5,0	33,5 ± 2,5
Концентрация CO ₂ , ppm	1443,3 ± 482,7	2097,1 ± 425,1	2097,6 ± 500,6

Следует отметить, что при наличии исправного оборудования систем вентиляции и отопления и соблюдении гигиенических требований по проветриванию и уборке учебных помещений параметры микроклимата и концентрации углекислого газа свидетельствуют о недостаточной эффективности профилактических мероприятий, что требует поиска новых инженерных решений для контроля создания оптимальных параметров воздушной среды в учебных помещениях.

При изучении взаимосвязи уровня работоспособности с показателями микроклимата и концентрации углекислого газа в учебном помещении в динамике учебного дня установлено, что с ростом этих показателей от 1-го к 6-му уроку значительно уменьшалось количество обучающихся с высоким уровнем работоспособности — более чем на 30,0% ($p < 0,05$) (рис. 1А). При этом в первую смену обучения отмечено значимое уменьшение доли респондентов с высоким уровнем работоспособности — более чем на 40% ($p < 0,01$ при попарном сравнении долей на 1-м и 6-м уроках). Во вторую смену к завершению учебного дня учащиеся с высоким уровнем работоспособности отсутствовали, при этом различия распределения уровней

работоспособности между началом и концом учебного дня также были значимыми ($p < 0,001$). Указанные изменения, наряду с влиянием изучаемых факторов, могут быть обусловлены закономерным проявлением утомления, накопленного к концу обучения во вторую смену (рис. 1Б).

Характеристика коэффициента работоспособности в зависимости от фактической динамики показателей микроклимата и концентрации углекислого газа представлена на рис. 2. Корреляционный анализ (корреляция Спирмена) выявил значимые обратные взаимосвязи умеренной силы между коэффициентом работоспособности и концентрацией CO₂ ($r = -0,464$, $r^2 = -0,198$, $p = -0,0000$), а также слабые — между коэффициентом работоспособности и температурой воздуха ($r = -0,327$, $r^2 = -0,118$, $p = -0,000$). Связь коэффициента работоспособности с относительной влажностью оказалась незначимой ($r = -0,056$, $r^2 = -0,003$, $p = -0,821$).

Оценка зависимости мнемонических процессов от фактической динамики показателей микроклимата и концентрации углекислого газа (корреляция Спирмена) выявила значимые обратные взаимосвязи умеренной силы между показателями памяти и концентрацией CO₂

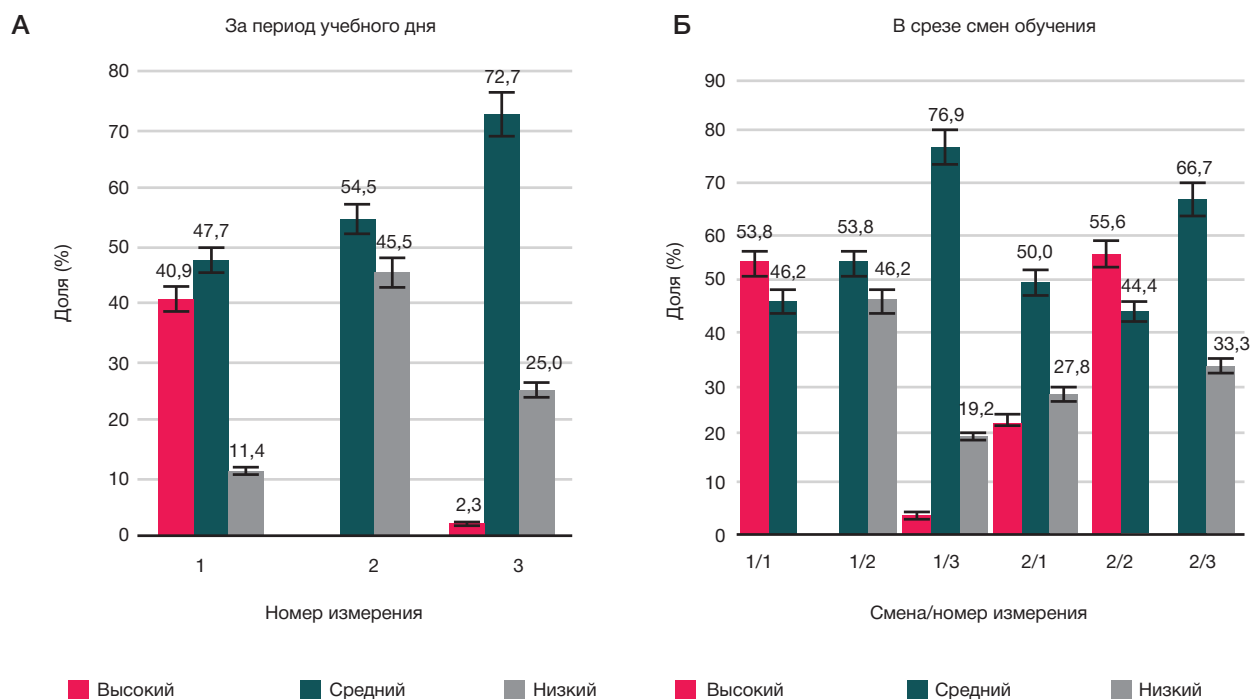


Рис. 1. Характеристика учащихся по уровню работоспособности, %

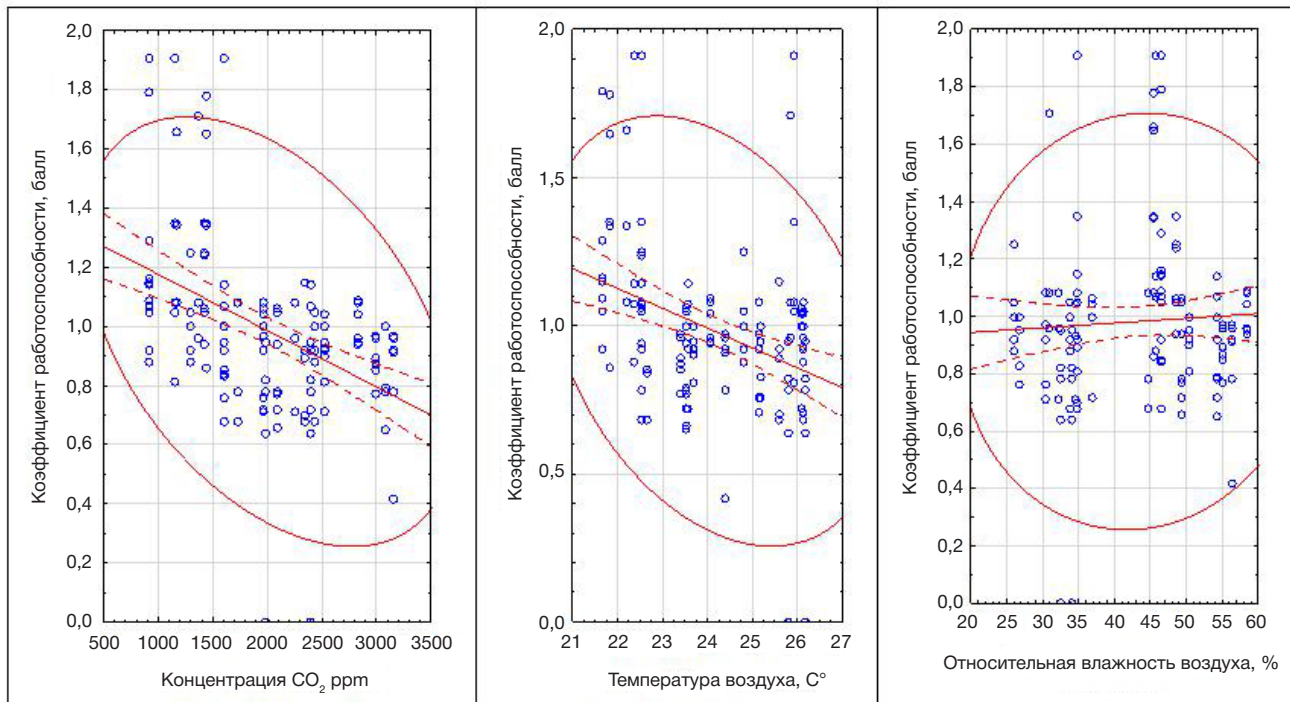


Рис. 2. Диаграмма рассеивания для корреляций между показателями концентрации CO₂, температуры, относительной влажности воздуха и коэффициентом работоспособности

($r = -0,500$, $r^2 = -0,254$, $p = -0,001$), а также показателями памяти и температурой воздуха ($r = -0,384$, $r^2 = -0,141$, $p = -0,002$). Связь показателей памяти с относительной влажностью воздуха оказалась незначимой ($r = -0,060$, $r^2 = -0,002$, $p = -0,577$).

Сравнительная оценка эффективности кратковременной памяти [21] показала, что в динамике за весь период исследования отмечено снижение доли респондентов с высокой эффективностью кратковременной памяти к концу учебного дня (с 22,7 до 9,1%) и увеличение количества лиц с низкой эффективностью точности и объема кратковременной памяти (с 6,8 до 18,2%)

(рис. 3А). Снижение эффективности кратковременной памяти наблюдается в срезе обеих смен обучения (первая смена — на 15,4%; вторая смена — на 10,9%) (рис. 3Б).

При этом отмечено, что наибольшая доля обучающихся с низкой степенью мнемонической эффективности наблюдается преимущественно в период высоких концентраций углекислого газа (рис. 4).

Проведена оценка избирательности и объема внимания в динамике учебного дня с помощью теста Мюнстерберга [22], позволяющего определить степень утомления в зависимости от фактических показателей микроклимата и концентрации CO₂.

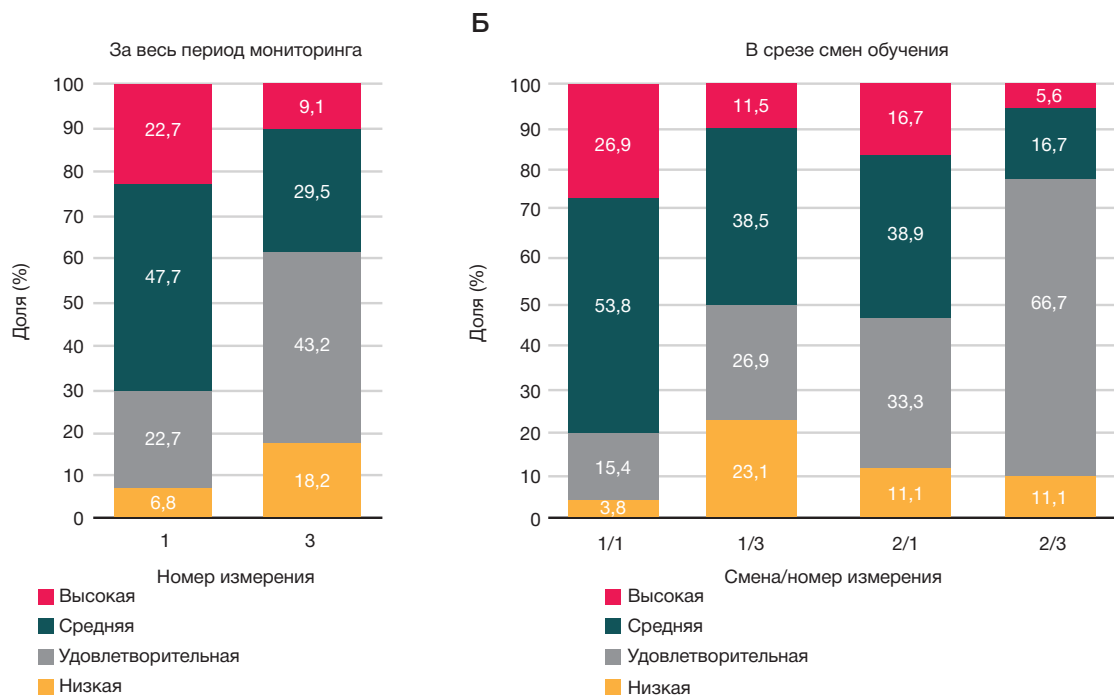


Рис. 3. Характеристика эффективности мнемонических процессов у учащихся в динамике учебного дня, %

Результаты тестирования, отражающие зависимость количества правильных ответов от параметров микроклимата и концентрации CO_2 в учебных помещениях, представлены на рис. 5.

В динамике учебного дня оценка степени утомления в зависимости от фактических показателей микроклимата и концентрации углекислого газа выявила сильную обратную корреляцию между концентрацией углекислого газа и количеством верных ответов как за весь период мониторинга, так и в разрезе смен обучения ($r = -0,599$, $r^2 = -0,359$, $p = -0,0001$). Также подтверждена слабая значимая обратная взаимосвязь между показателями утомления и температурой воздуха ($r = -0,303$, $r^2 = -0,092$, $p = -0,0004$), а также относительной влажностью ($r = -0,244$, $r^2 = -0,059$, $p = -0,005$) за весь период наблюдения.

Установлено, что наибольшая доля респондентов с наивысшими уровнями утомления отмечена в периоды превышения оптимальных показателей концентраций углекислого газа в воздухе общеобразовательной организации (рис. 6).

Оценка структуры распределения обучающихся по степени избирательности и объема внимания также свидетельствует об увеличении доли обучающихся с высоким уровнем утомления в динамике учебного дня. В среднем за весь период наблюдения рост доли детей с высоким уровнем утомления составил 70,4% (с 2,3% в начале до 72,7% в конце уроков); в первую смену — с 3,8 до 65,4%, во вторую смену — с 0 до 77,8%. Это происходит на фоне прогрессирующего ухудшения параметров воздушной среды: исходно повышенные концентрации углекислого газа (табл.) возрастали к середине учебного дня в 1,5–2 раза, значительно превысив гигиенические нормативы. Кроме того, во вторую смену (кабинет 2) на протяжении всего учебного дня регистрировалась температура воздуха, стабильно превышающая допустимые значения, на фоне сниженной относительной влажности воздуха.

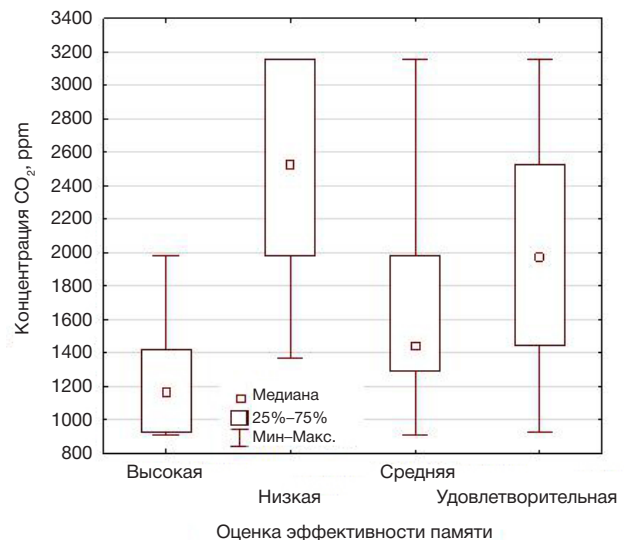


Рис. 4. Распределение учащихся по результатам оценки кратковременной памяти в зависимости от фактических концентраций углекислого газа за весь период мониторинга

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Значимость проблемы качества воздуха в учебных помещениях общеобразовательных организаций не подвергается сомнению. Отечественные ученые еще в 1980-е гг. отмечали непосредственное влияние состояния воздушной среды на самочувствие, работоспособность и другие функциональные показатели обучающихся, а также высокую степень вариабельности показателей микроклимата при недостаточном и несовершенном воздухообмене в помещениях [23, 24]. Согласно действующим межгосударственным стандартам (ГОСТ 30494—2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»; ГОСТ Р ЕН 13779—2007 «Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования»), основным

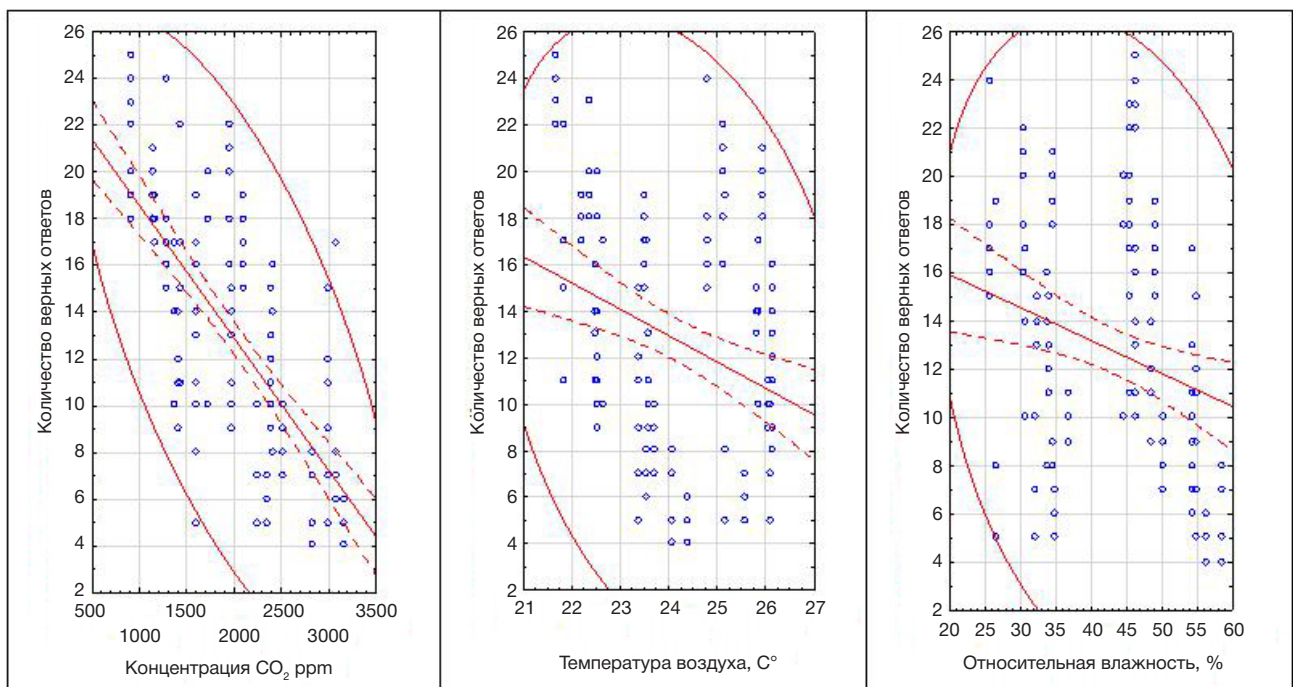


Рис. 5. Диаграмма рассеивания для корреляций между показателями микроклимата, концентрации CO_2 и количеством верных ответов по результатам тестирования

показателем качества воздуха в закрытых помещениях является процентное значение концентрации углекислого газа, который рассматривают и как самостоятельный фактор, и как интегральный маркер антропогенного загрязнения воздуха.

В представленном исследовании при оценке взаимосвязи параметров микроклимата, концентрации CO_2 и умственной работоспособности обучающихся было зафиксировано прогрессирующее ухудшение функционального состояния учащихся в течение дня. Установлено уменьшение на 30,0% числа учащихся с высоким уровнем работоспособности к концу учебного дня при обучении в первую смену и полное отсутствие таких учащихся к концу обучения во вторую смену. Следует подчеркнуть, что наиболее выраженная отрицательная динамика отмечена во вторую смену. Она развивалась на фоне сочетанного неблагоприятия: стабильно повышенной в течение всего дня температуры воздуха (превышающей нормативные значения) и значительного роста изначально высокой концентрации CO_2 . Такое сочетание факторов могло потенцировать отрицательный эффект.

Корреляционный анализ подтвердил наличие значимых обратных взаимосвязей, умеренной силы и слабых, между показателями работоспособности, мнемонических процессов, утомления и параметрами микроклимата (концентрацией CO_2 и температурой воздуха). Важно отметить, что хотя наблюдаемые корреляции согласуются с гипотезой о влиянии факторов среды, они не позволяют однозначно установить причинно-следственные связи. Полученные данные свидетельствуют о том, что снижение работоспособности и ухудшение когнитивных функций (памяти, концентрации внимания) в динамике учебного дня происходит параллельно с прогрессирующим ухудшением параметров воздушной среды. Это согласуется с данными литературы, указывающими на снижение когнитивных функций при повышенных концентрациях CO_2 [25] и неблагоприятных параметрах микроклимата [26–29].

Однако необходимо учитывать комплексный характер воздействия. Учебный процесс сам по себе является нагрузкой, закономерно приводящей к утомлению. В рамках настоящего обсервационного исследования невозможно полностью вычлнить вклад собственно учебной нагрузки и вклад параметров микроклимата в наблюдаемое ухудшение функционального состояния. Следовательно, более корректным выводом является констатация того, что учебный процесс, протекающий в условиях неблагоприятных параметров воздушно-теплового режима (сочетанное антропогенное загрязнение воздуха, высокая температура, сниженная влажность), ассоциирован с более выраженным развитием утомления и снижением эффективности когнитивных функций у обучающихся. Выявленные взаимосвязи указывают на потенциальную роль этих факторов среды как усугубляющих компонентов в общей картине учебного утомления.

Ограничения и перспективы исследования

К ограничениям исследования можно отнести его наблюдательный дизайн, не позволяющий полностью контролировать все сопутствующие факторы (например, индивидуальную вариабельность утомления, педагогические методики), а также измерение концентрации CO_2 как основного, но не единственного маркера качества воздуха. Для более точного установления причинно-следственных связей и оценки вклада каждого фактора необходимы

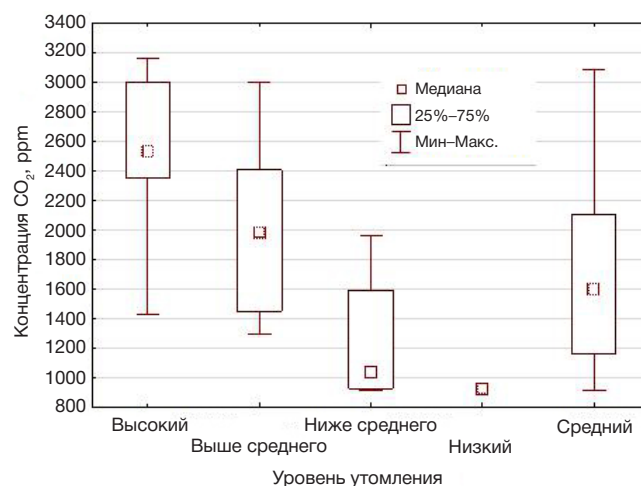


Рис. 6. Распределение групп учащихся по результатам оценки уровня утомления в зависимости от фактических концентраций углекислого газа за весь период мониторинга

дальнейшие контролируемые интервенционные исследования — например, с целенаправленной коррекцией параметров вентиляции и мониторингом более широкого спектра загрязнителей воздуха в помещении. Полученные результаты обосновывают необходимость такого мониторинга и разработки превентивных мер по оптимизации воздушной среды учебных помещений как важного компонента здоровьесберегающей образовательной среды.

Выводы

Непрерывная регистрация показателей температуры, относительной влажности воздуха и концентрации углекислого газа в учебных помещениях общеобразовательной организации выявила существенные отклонения от нормируемых параметров изучаемых показателей в динамике учебного дня. Более высокая температура в кабинете 2 (вторая смена) обусловлена прогревом помещения в течение всего дня за счет занятий в первой половине и дополнительным поступлением тепла от солнечной инсоляции во второй половине дня, в то время как кабинет 1, использовавшийся только в первую смену, не подвергался такому продолжительному тепловому воздействию. Более низкая относительная влажность в кабинете 2 согласуется с гипотезой о повышенной температуре и возможной недостаточной эффективности проветривания. Высокие и сопоставимые уровни концентрации углекислого газа в обоих кабинетах, достигающие значений, значительно превышающих гигиенический норматив, свидетельствуют о недостаточной эффективности регламентированного естественного проветривания для обеспечения необходимого воздухообмена при фактической наполняемости классов. Рост концентрации CO_2 ко второму-третьему уроку отражает типичное накопление антропогенных загрязнителей, а отсутствие системной разницы между кабинетами указывает на то, что применяемый профилактический режим проветривания является неэффективным для поддержания допустимых уровней CO_2 , независимо от времени проведения занятий. Таким образом, представленные параметры микроклимата и углекислого газа сформировались в условиях типовых учебных помещений с естественной вентиляцией и стандартным, но недостаточно эффективным режимом проветривания, а различия в температурно-влажностном

режиме связаны в первую очередь с разным временем использования кабинетов в течение суток и вытекающими из этого различиями теплового баланса, а не только с принадлежностью к той или иной учебной смене. Проведенный корреляционный анализ подтвердил взаимосвязь фактических показателей микроклимата и концентрации углекислого газа в учебных помещениях с изменением показателей когнитивных функций обучающихся. Установлено отрицательное влияние, в большей степени высоких концентраций углекислого газа, на снижение показателей эффективности умственной работоспособности, объема и точности кратковременной памяти, устойчивости

и концентрации внимания, избирательности и объема внимания со значимым увеличением доли обучающихся с высокой степенью утомления.

Полученные результаты позволили выявить причинно-следственные связи в системе «качественные и количественные показатели качества воздушной среды учебных помещений — фактическое функциональное состояние обучающихся», являющиеся основой для разработки системы оценки рисков и формирования программы профилактики отрицательных реакций со стороны функциональных систем организма обучающихся общеобразовательных организаций.

Литература

- Грицина О. П., Транковская Л. В., Семанев Е. В., Лисецкая Е. А. Факторы, формирующие здоровье современных детей и подростков. Тихоокеанский медицинский журнал. 2020; (3): 19–24.
- Федотова И. В., Трошин В. В., Черникова Е. Ф., Блинова Т. В., Потапова И. А. и др. Актуальные проблемы снижения риска школьно-обусловленных нарушений здоровья у современных школьников. В книге: Герасименко Н. Ф., Глыбочко П. В., Есауленко И. Э., Попов В. И., Стародубов В. И., Тутельян В. А., редакторы. Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. М.: Научная книга, 2019; 48–67.
- Новикова И. И., Сорокина В. А., Лобкис М. А., Зубцовская Н. А., Семенихина М. В., Щевелева В. А. и др. Углекислый газ: проблемы нормирования, контроля и профилактики неблагоприятного воздействия в образовательных организациях (обзор литературы). Российский вестник гигиены. 2023; (4): 18–28.
- Kutsyrub B, Klinger DA, Hussain A. Relationships among school climate, school safety, and student achievement and well-being: a review of the literature. *Rev Educ*. 2015; 3 (2): 103–35. DOI: 10.1002/rev3.3043.
- Babich F, Torriani G, Corona J, Ibeas IL. Comparison of indoor air quality and thermal comfort standards and variations in exceedance for school buildings. *J Build Eng*. 2023; (71): 1–19. DOI: 10.1016/j.job.2023.106405.
- Jacobson TA, Kler JS, Hemeke MT, Braun RK, Meyer KC, Funk WE. Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide. *Nat Sustain*. 2019; 2 (8): 691–701. DOI: 10.1038/s41893-019-0323-1.
- Агафонова В. В. Оценка качества воздуха в помещении офисного здания. Водоснабжение и санитарная техника. 2019; (3): 61–4.
- Тельцова Л. З. Анализ состояния крови детей дошкольного возраста в зависимости от места проживания и уровня CO₂ в атмосферном воздухе. Эпоха науки. 2024; (38): 368–72.
- Губернский Ю. Д., Калинина Н. В., Гапонова Е. Б., Банин И. М. Обоснование допустимого уровня содержания диоксида углерода в воздухе помещений жилых и общественных зданий. Гигиена и санитария. 2014; (6): 37–41.
- Pitarna R, Marques G, Ferreira BR. Monitoring indoor air quality for enhanced occupational health. *J Med Syst*. 2017; 41 (2): 23. DOI: 10.1007/s10916-016-0667-2.
- Sadrizadeh S, Yao R, Yuan F, Awbi H, Bahnfleth W, Bi Y, et al. Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment. *J Build Eng*. 2022; (57): 104908. DOI: 10.1016/j.job.2022.104908.
- Shendell DG, Prill R, Fisk WJ, Apte M. Associations between classroom CO₂ concentrations and student attendance in Washington and Idaho. *Indoor Air*. 2004; 14 (5): 333–41. DOI: 10.1111/ina.12202.
- Kolarik B, Andersen ZJ, Ibbett T, Englund EH, Möller E, Bräuner EV. Ventilation in day care centers and sick leave among nursery children. *Indoor Air*. 2016; 26 (2): 157–67. DOI: 10.1111/ina.12202.
- Агафонова В. В., Панферова Н. В., Финогонова О. Е., Агафонова А. Р. Исследование влияния концентрации углекислого газа в помещении классной комнаты на здоровье обучающихся. Энергосбережение и водоподготовка. 2022; 1 (135): 76–8.
- Пронина Т. Н., Карпович Н. В., Полянская Ю. Н. Уровень содержания углекислого газа в учебных помещениях и степень комфорта учащихся. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2015; (3): 32–5.
- Robertson DS. Health effects of increase in concentration of carbon dioxide in the atmosphere. *Current Science*. 2006; 90 (12): 1607–9.
- Капранов С. В., Капранова Г. В., Тарабцев Д. В., Соленая Е. С. Влияние микроклимата в помещениях пребывания школьников на их самочувствие. Экологический вестник Донбасса. 2022; (5): 5–14.
- Кулаков К. Ю., Егорова Е. М. Влияние изменений параметров микроклимата на самочувствие человека и эксплуатационные характеристики строительных конструкций. *E-Scio*. 2019; 5 (32): 248–54.
- Банникова Л. П., Себизянов М. Д. Комплексная оценка влияния факторов окружающей среды, условий воспитания и обучения на течение процессов адаптации, состояние здоровья детей, посещающих дошкольные образовательные учреждения города. Непрерывное медицинское образование и наука. 2022; 17 (1): 8–13.
- Вансовская Л. И., Гайда В. К., Гербачевский В. К. Практикум по экспериментальной и прикладной психологии. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1990; 125 с.
- Шапарь В. Б., Тимченко А. В., Швыдченко В. Н. Практическая психология. Инструментарий. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002; 287 с.
- Артюхов А. А. «Система условных баллов» как прием оценивания знаний учащихся в ходе преподавания естественнонаучных дисциплин в общеобразовательной средней школе на примере географии. Международный научно-исследовательский журнал. 2024; 6 (144). URL: <https://research-journal.org/archive/6-144-2024-june/10.60797/IRJ.2024>. DOI: 10.60797/IRJ.2024.144.87.
- Корневская Е. И., Рогачевская Л. Г. Гигиенические вопросы строительства школьных зданий. М.: Медицина, 1974; 224 с.
- Воронова Б. З., Эльковская Е. А. Изменение умственной работоспособности и некоторых показателей функционального состояния центральной нервной системы младших школьников в различных условиях воздушной среды. Гигиена и санитария. 1982; (9): 44–7.
- Ikedo N, Takahashi H, Umetsu K, Suzuki T. The course of respiration and circulation in death by carbon dioxide poisoning. *Forensic Sci Int*. 1989; 41 (1): 93–9.
- Kajtar L, Herczek L, Lang E. Examination of CO₂ by scientific methods in the laboratory. *Healthy Buildings*. 2003; (3): 176–81.
- Kajtar L, Herczeg L, Lang E. Influence of carbon dioxide pollutant on human wellbeing and work intensity. *Healthy Buildings*. 2006; (1): 85–90.
- Гурин И. В. Проблемы микроклимата помещений. Сантехника, отопление, кондиционирование. 2011; (11): 72–5.

29. Pang L, Zhang J, Cao X, Wang X, Liang J, Zhang L, et al. The effects of carbon dioxide exposure concentrations on human

vigilance and sentiment in an enclosed workplace environment. *Indoor Air*. 2021; 31 (2): 467–79. DOI: 10.1111/ina.12746.

References

- Gricina OP, Trankovskaja LV, Semaniv EV, Liseckaja EA. Faktory, formirujushhie zdorov'e sovremennyh detej i podrostkov. *Tihookeanskij medicinskij zhurnal*. 2020; (3): 19–24 (in Rus.).
- Fedotova IV, Troshin VV, Chernikova EF, Blinova TV, Potapova IA, et al. Aktual'nye problemy snizhenija riska shkol'no-obuslovlennyh narushenij zdorov'ja u sovremennyh shkol'nikov. V knige: Gerasimenko NF, Glybochko PV, Esaulenko IJe, Popov VI, Starodubov VI, Tuteljan VA, redaktory. *Zdorov'e molodezhi: novye vyzovy i perspektivy*. M.: Nauchnaja kniga, 2019; 48–67 (in Rus.).
- Novikova II, Sorokina AV, Lobkis MA, Zubtsovskaya NA, Semenikhina MV, Shcheveleva VA, et al. Carbon dioxide: problems of standard setting, content control and prevention of adverse effects in educational institutions. *Russian Bulletin of Hygiene*. 2023; (4): 16–25.
- Kutsyuruba B, Klinger DA, Hussain A. Relationships among school climate, school safety, and student achievement and well-being: a review of the literature. *Rev Educ*. 2015; 3 (2): 103–35. DOI: 10.1002/rev3.3043.
- Babich F, Torriani G, Corona J, Ibeas IL. Comparison of indoor air quality and thermal comfort standards and variations in exceedance for school buildings. *J Build Eng*. 2023; (71): 1–19. DOI: 10.1016/j.job.2023.106405.
- Jacobson TA, Kler JS, Hernke MT, Braun RK, Meyer KC, Funk WE. Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide. *Nat Sustain*. 2019; 2 (8): 691–701. DOI: 10.1038/s41893-019-0323-1.
- Agafonova VV. Ocenka kachestva vozduha v pomeshhenii ofisnogo zdanija. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika*. 2019; (3): 61–4 (in Rus.).
- Telcova LZ. Analiz sostojanija krovi detej doskol'nogo vozrasta v zavisimosti ot mesta prozhivanija i urovnja CO₂ v atmosfernom vozduhe. *Jepoha nauki*. 2024; (38): 368–72 (in Rus.).
- Gubernskij JuD, Kalinina NV, Gaponova EB, Banin IM. Obosnovanie dopustimogo urovnja soderzhanija dioksida ugleroda v vozduhe pomeshhenij zhilyh i obshhestvennyh zdanij. *Gigiena i sanitarija*. 2014; (6): 37–41 (in Rus.).
- Pitama R, Marques G, Ferreira BR. Monitoring indoor air quality for enhanced occupational health. *J Med Syst*. 2017; 41 (2): 23. DOI: 10.1007/s10916-016-0667-2.
- Sadrizadeh S, Yao R, Yuan F, Awbi H, Bahnfleth W, Bi Y, et al. Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment. *J Build Eng*. 2022; (57): 104908. DOI: 10.1016/j.job.2022.104908.
- Shendell DG, Prill R, Fisk WJ, Apte M. Associations between classroom CO₂ concentrations and student attendance in Washington and Idaho. *Indoor Air*. 2004; 14 (5): 333–41. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2004.00251.x.
- Kolarik B, Andersen ZJ, Ibfelt T, Englund EH, Møller E, Bräuner EV. Ventilation in day care centers and sick leave among nursery children. *Indoor Air*. 2016; 26 (2): 157–67. DOI: 10.1111/ina.12202.
- Agafonova VV, Panferova NV, Finogenova OE, Agafonova AR. Issledovanie vlijanija koncentracii uglekislogo gaza v pomeshhenii klassnoj komnaty na zdorov'e obuchajushhihsja. *Jenergoberezenie i vodopodgotovka*. 2022; 1 (135): 76–8 (in Rus.).
- Pronina TN, Karpovich NV, Poljanskaja JuN. Uroven' soderzhanija uglekislogo gaza v uchebnyh pomeshhenijah i stepen' komforta uchashhihsja. *Voprosy shkol'noj i universitetskoj mediciny i zdorov'ja*. 2015; (3): 32–5 (in Rus.).
- Robertson DS. Health effects of increase in concentration of carbon dioxide in the atmosphere. *Current Science*. 2006; 90 (12): 1607–9.
- Kapranov SV, Kapranova GV, Tarabcev DV, Solenaja ES. Vlijanie mikroklimata v pomeshhenijah prebyvanija shkol'nikov na ih samochuvstvie. *Jekologicheskij vestnik Donbassa*. 2022; (5): 5–14 (in Rus.).
- Kulakov KJu, Egorova EM. Vlijanie izmenenij parametrov mikroklimata na samochuvstvie cheloveka i jekspluatacionnye harakteristiki stroitel'nyh konstrukcij. *E-Scio*. 2019; 5 (32): 248–54 (in Rus.).
- Bannikova LP, Sebirzjanov MD. Kompleksnaja ocenka vlijanija faktorov okruzhajushhej sredy, uslovij vospitanija i obuchenija na techenie processov adaptacii, sostojanie zdorov'ja detej, poseshhajushhih doskol'nye obrazovatel'nye uchrezhdenija goroda. *Nepreryvnoe medicinskoe obrazovanie i nauka*. 2022; 17 (1): 8–13 (in Rus.).
- Vansovskaja LI, Gajda VK, Gerbachevskij VK. Praktikum po jeksperimental'noj i prikladnoj psihologii. L.: Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta, 1990; 125 p. (in Rus.).
- Shapar VB, Timchenko AV, Shvydchenko VN. Prakticheskaja psihologija. Instrumentarij. Rostov-na-Donu: Feniks, 2002; 287 p. (in Rus.).
- Artjuhov AA. "Sistema uslovnyh ballo" kak priem ocenivanija znaniy uchashhihsja v hode prepodavanija estestvennonauchnyh disciplin v obshheobrazovatel'noj srednej shkole na primere geografii. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2024; 6 (144). (In Rus.). Available from: <https://research-journal.org/archive/6-144-2024-june/10.60797/IRJ.2024>. DOI: 10.60797/IRJ.2024.144.87.
- Korenevskaja EI, Rogachevskaja LG. Gigienicheskie voprosy stroitel'stva shkol'nyh zdanij. M.: Medicina, 1974; 224 p. (in Rus.).
- Voronova BZ, Jelkovskaja EA. Izmenenie umstvennoj rabotosposobnosti i nekotoryh pokazatelej funkcional'nogo sostojanija central'noj nervnoj sistemy mladshih shkol'nikov v razlichnyh uslovijah vozdušnoy sredy. *Gigiena i sanitarija*. 1982; (9): 44–7 (in Rus.).
- Ikeda N, Takahashi H, Umetsu K, Suzuki T. The course of respiration and circulation in death by carbon dioxide poisoning. *Forensic Sci Int*. 1989; 41 (1): 93–9.
- Kajtar L, Herczek L, Lang E. Examination of CO₂ by scientific methods in the laboratory. *Healthy Buildings*. 2003; (3): 176–81.
- Kajtar L, Herczeg L, Lang E. Influence of carbon dioxide pollutant on human wellbeing and work intensity. *Healthy Buildings*. 2006; (I): 85–90.
- Gurin IV. Problemy mikroklimata pomeshhenij. *Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie*. 2011; (11): 72–5 (in Rus.).
- Pang L, Zhang J, Cao X, Wang X, Liang J, Zhang L, et al. The effects of carbon dioxide exposure concentrations on human vigilance and sentiment in an enclosed workplace environment. *Indoor Air*. 2021; 31 (2): 467–79. DOI: 10.1111/ina.12746.