

РОССИЙСКИЙ ВЕСТНИК ГИГИЕНЫ

НАУЧНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Н. Н. БУРДЕНКО
И РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
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)
П. А. Мочалкин, д. м. н., доцент (Уфа, Россия)
Г. М. Насыбуллина, д. м. н., профессор (Екатеринбург, Россия)
И. А. Наумов, д. м. н., профессор (Гродно, Беларусь)
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)
Ф. И. Саломова, д. м. н., профессор (Ташкент, Узбекистан)
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, д. 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)
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 kirilova_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.2026-03

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 30.09.2026
Тираж 100 экз. Отпечатано в типографии Print.Formula
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)
Mochalkin PA, DSc (Med), associate professor (Ufa, Russia)
Nasybullina GM, DSc (Med), professor (Yekaterinburg, Russia)
Naumov IA, DSc (Med), professor (Grodno, Belarus)
Novikova II, DSc (Med), professor (Novosibirsk, Russia)

Patz NV, CSc (Med), associate professor (Grodno, Belarus)
Sazonova OV, DSc (Med), professor (Samara, Russia)
Salomova FI, DSc (Med), professor (Tashkent, Uzbekistan)
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, DSc (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)
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.2026-03

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 30.09.2026
Circulation: 100 copies. Printed by Print.Formula
www.print-formula.ru

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

4

Функциональные показатели и физическая подготовленность в комплексной оценке здоровья детей-инвалидов и с ограниченными возможностями здоровья
Ж. В. Гудинава, А. А. Рыбкин, Л. В. Демакова

Functional indicators and physical fitness in comprehensive assessment of the health of children with disabilities or special health needs
Gudinova ZhV, Rybkin AA, Demakova LV

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

11

Десятилетняя динамика заболеваемости детей и подростков России школьно-обусловленными болезнями
И. К. Рапопорт, В. Р. Кучма, В. В. Чубаровский, С. Б. Соколова

Ten-year trends in school-related morbidity among children and adolescents in Russia
Rapoport IK, Kuchma VR, Chubarovskiy VV, Sokolova SB

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

19

Ведущие производственные факторы при заправке пассажирских вагонов водой
В. А. Капцов, Ж. В. Овечкина, В. В. Королик, Ф. У. Козырева, Ю. Л. Тихонова

Key occupational hazards associated with the water filling of passenger rail cars
Kaptsov VA, Ovechkina ZhV, Korolik VV, Kozyreva FU, Tikhonova YuL

МНЕНИЕ

26

Методические подходы к обоснованию нормативов качества и безопасности различных видов вод и почвы населенных мест на биологической модели Danio rerio

Н. В. Зайцева, М. А. Землянова, Д. М. Каменских, Е. В. Пескова

Methodological approaches to substantiating quality and safety standards for various types of water and soil in populated areas using the Danio rerio biological model

Zaitseva NV, Zemiyanova MA, Kamenskikh DM, Peskova EV

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

33

Ассоциация кортизола с тревожно-депрессивными состояниями у студентов на различных этапах обучения

А. В. Тарасов, Р. С. Рахманов, С. А. Разгулин, Н. А. Скоблина, С. В. Киселев

Association of cortisol with anxiety and depressive conditions in students at various stages of training

Tarasov AV, Rakhmanov RS, Razgulin S, Skoblina NA, Kiselev SV

МНЕНИЕ

41

Методические аспекты гигиенического нормирования ионизирующих излучений

А. Л. Еремин, Н. М. Богатов, Н. Е. Бей, В. А. Баранов, А. В. Кленевский, Т. С. Дахужев

Methodological aspects of the hygienic regulation of ionizing radiation

Eryomin AL, Bogatov NM, Bey NE, Baranov VA, Klenevskii AV, Dahuzhev TS

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

51

Подходы к оценке влияния питания на ожирение и вегетативную нервную систему

Т. В. Мажаева, Е. П. Потаткина, Н. И. Кутергина, Ю. С. Чернова

Approaches to assessing nutritional effects on obesity and the autonomic nervous system

Mazhaeva TV, Potapkina EP, Kutergina NI, Chernova YuS

МЕТОД

59

Оценка влияния нейролептиков методом клиновидной дегидратации в эксперименте

Е. Д. Другова, Н. И. Шеина, В. В. Королик

Experimental assessment of the effect of antipsychotics BY wedge-shaped dehydration

Drugova ED, Sheina NI, Korolik VV

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

66

Анализ публикационной активности по вопросам гигиенического воспитания

О. Ю. Милушкина, Н. А. Скоблина, С. В. Маркелова, Ю. Л. Тихонова, Т. А. Гайдина, Д. А. Делицын, К. В. Кривошонов, Т. И. Федотова

Analysis of publication trends in the domain of hygiene education

Milushkina OYu, Skoblina NA, Markelova SV, Tikhonova YuL, Gayidina TA, Delitsyn DA, Krivoshonok KV, Fedotova TI

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

73

Гигиенические особенности двигательной активности студентов медицинского университета

А. А. Дементьев, М. Д. Фадеева, Д. А. Соловьев, Е. А. Цукарева

Hygienic features of physical activity among medical university students

Dementiev AA, Fadeeva MD, Soloviev DA, Tsukareva EA

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ В КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ-ИНВАЛИДОВ И С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Ж. В. Гудинова¹, А. А. Рыбкин^{1,2}✉, Л. В. Демакова¹

¹ Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия

² Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тюменской области, Тюмень, Россия

В условиях спада рождаемости сохранение здоровья детей-инвалидов и с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) является одной из государственных задач. Значимой для решения этой задачи является комплексная оценка здоровья детей. Целью исследования было обосновать включение количественных показателей функционального состояния, физического развития и физической подготовки в комплексную оценку здоровья детей с инвалидностью и ОВЗ. Поперечное исследование проведено в сентябре 2025 г. на базе школы-интерната для детей-инвалидов и с ОВЗ ($n = 69$) и обычной школы ($n = 69$). Учащиеся в возрасте 7–17 лет были подобраны по полу, возрасту и длине тела. В ходе исследования оценивали физическое развитие, психофункциональное состояние, физическую подготовленность и питание. Выполнен кластерный анализ (k-средних) по 11 показателям на объединенной выборке ($n = 138$). В результате выделены два кластера: «неблагополучный» (64 ребенка, из них 35,9% из обычной школы) с плохой адаптацией, избытком массы тела, высоким потреблением жиров; «благополучный» (74 ребенка, из них 37,8% из школы-интерната) с хорошей адаптацией, нормальной массой тела, но низкой калорийностью рациона. Выявлены противоречия между группами здоровья и медицинскими группами для занятия физическим воспитанием. Полученные данные свидетельствуют о том, что дети-инвалиды имеют различные изменяющиеся в процессе пребывания в образовательной организации психофункциональные состояния, сопоставимые в ряде случаев с таковыми у детей из обычной школы. Рекомендовано дополнить комплексную оценку здоровья детей-инвалидов и детей с ОВЗ определением количественных показателей физического развития, функционального состояния организма, данными по физической подготовленности детей. Помимо этого следует учитывать образ жизни ребенка, свойственный детям его возраста.

Ключевые слова: комплексная оценка здоровья, группы здоровья, медицинские группы физического воспитания, функциональное состояние, дети-инвалиды, дети с ограниченными возможностями здоровья, школьники, кластерный анализ

Вклад авторов: Ж. В. Гудинова — научное руководство, концепция исследования, развитие методологии, анализ и систематизация данных, критический пересмотр и редактирование текста рукописи, формулировка выводов; А. А. Рыбкин — сбор, анализ и обобщение данных литературы, сбор данных, применение статистических и математических методов для анализа данных, интерпретация результатов исследования; написание текста рукописи, работа с графическим материалом; Л. В. Демакова — сбор, анализ и обобщение данных литературы.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России (протоколы № 10 от 19 сентября 2023 г., № 13 от 22 октября 2025 г.). Получены письменные информированные согласия родителей (опекунов).

✉ **Для корреспонденции:** Александр Алексеевич Рыбкин
ул. Карла Маркса, д. 77А, кв. 94, г. Ишим, 627750, Россия; aa-rybkin@ya.ru

Статья получена: 07.05.2026 **Статья принята к печати:** 09.06.2026 **Опубликована онлайн:** 24.08.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.168

Авторские права: © 2026 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИИМ 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/>).

FUNCTIONAL INDICATORS AND PHYSICAL FITNESS IN COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE HEALTH OF CHILDREN WITH DISABILITIES OR SPECIAL HEALTH NEEDS

Gudinova ZhV¹, Rybkin AA^{1,2}✉, Demakova LV¹

¹ Omsk State Medical University, Omsk, Russia

² Tyumen Oblast Directorate of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Tyumen, Russia

In the context of declining birth rates, maintaining the health of children with disabilities and special health needs (SHN) is one of the state's tasks. A comprehensive assessment of children's health is essential for solving this problem. The study aimed to justify the inclusion of quantitative indicators of functional state, physical development and physical fitness in the comprehensive assessment of the health of children with disabilities and SHN. A cross-sectional study was conducted in September 2025 at the boarding school for disabled children and children with SHN ($n = 69$) and the ordinary school ($n = 69$). Students aged 7–17 years were matched by gender, age, and body length. During the study we assessed physical development, psycho-functional state, physical fitness, and nutrition. The cluster analysis (k-means) was performed based on 11 indicators in a combined sample ($n = 138$). As a result, two clusters were allocated: "dysfunctional" (64 children, among them 35.9% from the ordinary school) with poor adaptation, excess body weight, high fat consumption; "functional" (74 children, among them 37.8% from the boarding school) with good adaptation, normal body weight, but low caloric intake. Contradictions have been identified between health groups and medical groups for physical education. The data obtained indicate that children with disabilities have various psycho-functional states that change during their stay in an educational organization, comparable in some cases to those of children from the ordinary school. It is recommended to supplement the comprehensive health assessment of children with disabilities and children with SHN by defining quantitative indicators of physical development, body's functional state, and data on the children's physical fitness. Furthermore, the child's lifestyle, typical for children of his/her age, should be taken into account.

Keywords: comprehensive health assessment, health groups, medical groups for physical education, functional state, disabled children, children with special health needs, schoolchildren, cluster analysis

Author contribution: Gudinova ZhV — research supervision, study concept, development of methodology, data analysis and systematization, critical revision and editing of the manuscript, drawing conclusions; Rybkin AA — collection, analysis and generalization of literature data, data collection, application of statistical and mathematical methods for data analysis, interpretation of the study results, manuscript writing, graphics; Demakova LV — collection, analysis and generalization of literature data.

Compliance with ethical standards: the study was approved by the Ethics Committee of the Omsk State Medical University (Minutes No. 10 of September 19, 2023, No. 13 of October 22, 2025). Parents (guardians) of the participants submitted written informed consent forms.

✉ **Correspondence should be addressed:** Alexander A. Rybkin
Karl Marx St. 77A, ap. 94, Ishim, 627750, Russia; aa-rybkin@ya.ru

Received: 07.05.2026 **Accepted:** 09.06.2026 **Published online:** 24.08.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.168

Copyright: © 2026 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/>).

В условиях спада рождаемости сохранение здоровья каждого ребенка, включая детей-инвалидов и детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), является важной государственной задачей [1–5]. Большую роль в решении этой задачи играет комплексная оценка здоровья детей, основы которой, на базе известных методологий и методик, были заложены еще в 1965 г. С. М. Громбахом [6], проводимая в нашей стране в течение длительного времени и в настоящее время регламентированная нормативными документами Министерства здравоохранения Российской Федерации [7]. Однако по нашему мнению, в отношении детей-инвалидов и детей с ОВЗ до сих пор имеют место определенные методические трудности комплексной оценки здоровья, в том числе при определении группы здоровья (ГЗ) и медицинских групп для занятий физическим воспитанием (МГ) [8].

В качестве уточнения комплексной оценки здоровья детей-инвалидов и с ОВЗ предложено определение дополнительных информативных параметров здоровья: функционального состояния, физического развития, основных показателей физической подготовленности детей. Показатели отобраны с учетом специфики образовательной среды школ-интернатов (возможный стресс — наличие заболеваний, круглосуточное пребывание в школе, разлука с семьей), доступности и простоты применения этих методик в условиях образовательной организации врачом и учителем физкультуры в школе. Важно и то, что все показатели количественные, что всегда облегчает оценку состояния, а также повышает возможность использования показателей в ходе статистического анализа данных.

Целью исследования было обосновать включение количественных показателей функционального состояния, физического развития и физической подготовки в комплексную оценку здоровья детей с инвалидностью и ОВЗ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Поперечное (одномоментное) исследование проведено в сентябре 2025 г. на базе Муниципального автономного общеобразовательного учреждения (МАОУ) «Ишимская школа-интернат» для детей с ОВЗ и инвалидов (далее — школа-интернат) и на базе МАОУ СОШ № 4 г. Ишима (далее — контрольная школа). В исследовании приняли участие 138 детей в возрасте от 7 до 17 лет: 69 из школы-интерната (выборка ограничена численностью школьников, обучавшихся в школе-интернате в 2023–2025 учебных годах) и 69 из контрольной школы. У детей, обучавшихся в школе-интернате, было от двух до восьми установленных диагнозов. Две ведущие патологии, которые были у всех детей, — это патологии нервной системы и органов чувств (тугоухость), а также психические расстройства. Детей из контрольной школы подбирали методом парного сопоставления с основной группой по полу, возрасту и длине тела. Критерии включения: возраст 7–17 лет, обучение в МАОУ «Ишимская школа-интернат» или в МАОУ СОШ № 4 г. Ишима, наличие добровольного информированного согласия родителей (законных представителей), для школы-интерната — статус «ребенок-инвалид» или «ребенок с ОВЗ», для контрольной школы — отсутствие указанного статуса. Критерии исключения: несоответствие любому из критериев включения, отсутствие информированного согласия, обучение в других образовательных организациях, для школы-интерната — отсутствие статуса «ребенок-

инвалид» или «ребенок с ОВЗ», для контрольной школы — наличие статуса «ребенок-инвалид» или «ребенок с ОВЗ».

Физическое развитие оценивали по антропометрическим измерениям, выполненным медицинским работником школы, на основании расчетов индекса массы тела (ИМТ) и таблиц Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [9]. Метод индексов выбран ввиду необходимости количественного показателя для последующей статистической обработки данных (кластерный анализ).

Для оценки психофункционального состояния организма детей отобраны расчетные критерии, основанные на антропометрических (длина тела, масса тела) и функциональных измерениях (частота сердечных сокращений, артериальное давление, пульсовое артериальное давление), проведенных медицинским работником школы. Рассчитаны адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы по Р. М. Баевскому (АП) [10]; уровень стресса по Ю. Р. Шейх-Заде [11]; уровень максимального потребления кислорода (МПК) по методу С. А. Душанина [12].

Физическую подготовленность оценивали по результатам проведенного анкетирования и путем выкопировки из журнала учителя физкультуры, а также по трем показателям, входящим в нормативы ГТО: прыжки в длину с места толчком двумя ногами, см — скоростно-силовые возможности; наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамье (для здоровых школьников) и наклон вперед из положения сидя на полу с прямыми ногами (для детей с нарушениями здоровья [13]), см — гибкость; бег 30 и 60 м — скоростные возможности. Все исследования проведены учителем физкультуры школы на уроках и оценены для каждого ребенка как процент от норматива ГТО «серебро» [13, 14].

Гигиеническая оценка питания основана на анализе меню-раскладок, ведомости контроля за рационом питания, технических карт. Фактическое питание детей изучено с помощью анкетирования (34 вопроса, включая таблицу частоты потребления продуктов и блюд в течение месяца, разработанную учеными ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии») и метода 24-часового воспроизведения питания. Данные по питанию обработаны с использованием программы «Модуль расчета рациона» (Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, Бойко Е. Р., Есеева Т. В., Евдокимов А. В.; Россия). За нормативные значения приняты нормативы, установленные санитарным законодательством [15].

Статистическая обработка результатов исследования проведена методами описательной статистики, кластерного анализа (k-средних) в пакете прикладных программ Statistica 6.0 (StatSoft; США), за уровень статистической значимости различий принят $p < 0,05$ [16]. Кластеризация выполнена на объединенной выборке детей (школа-интернат и контрольная школа, $n = 138$), все показатели были стандартизованы согласно методике кластерного анализа в соответствующей опции пакета прикладных программ Statistica 6.0 (StatSoft; США), по следующим классификационным характеристикам:

- МПК: чем выше, тем лучше;
- АП: чем выше, тем хуже адаптация;
- уровень стресса: чем выше, тем хуже, тем вероятнее стресс;
- тест ГТО «Прыжки в длину с места»: чем выше, тем лучше (дальность прыжка);
- тест ГТО «Гибкость»: чем выше, тем лучше гибкость;
- тест ГТО «Бег на 30/60 м»: чем выше, тем хуже (ниже скорость бега);

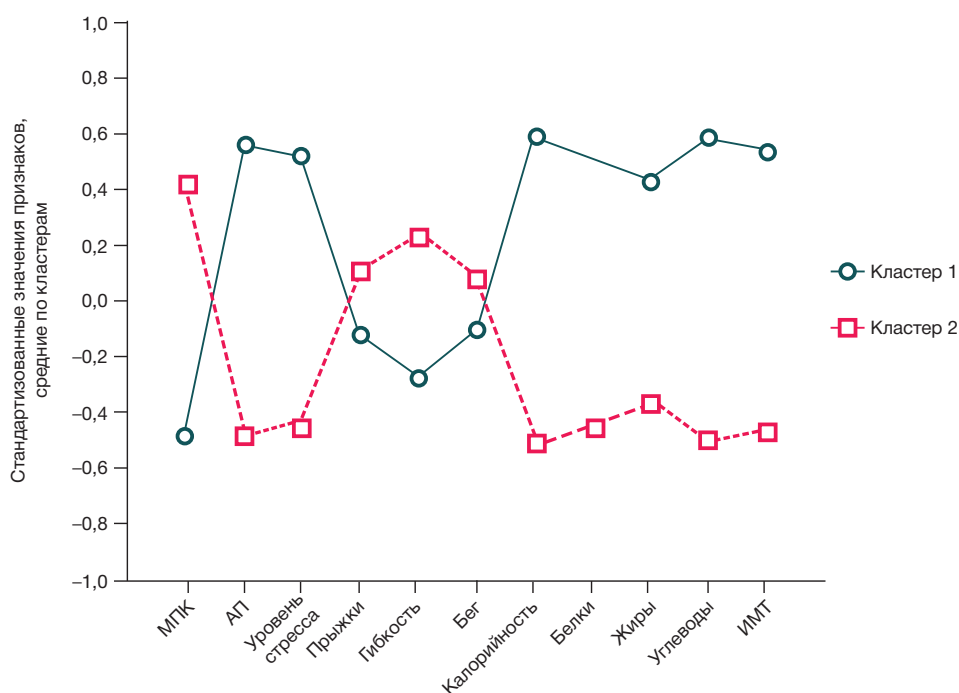


Рис. Кластеризация средних значений показателей функционального состояния и физической подготовленности

- ИМТ;
- калорийность, процент потребления от нормы;
- белки, процент потребления от нормы;
- жиры, процент потребления от нормы;
- углеводы, процент потребления от нормы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам анкетирования и выкопировки из журнала учителя физкультуры школы-интерната установлено, что 100% детей-инвалидов и с ОВЗ обучаются в специализированной школе-интернате — из них 46,4% посещают спортивные секции (причем 4,3% посещают спортивные секции с занятиями высокой интенсивности дважды в неделю и чаще), 23,2% сдали тесты ГТО на «серебряный» значок (нормы адаптированы для детей-инвалидов).

Организация питания в обеих школах в целом соответствует гигиеническим нормативам [15]. Однако фактическое питание детей не сбалансировано и не соответствует гигиеническим нормативам: у детей 7–11 лет в обеих школах энергетическая ценность рациона и потребление белков соответствуют норме, тогда как потребление жиров избыточно, а потребление углеводов недостаточно (на 14–16%). У подростков в школе-интернате энергетическая ценность рациона соответствует норме, в то время как в контрольной школе энергетическая ценность рациона недостаточна — ниже норматива на 6,8% [15]. В контрольной школе потребление подростками белков и углеводов ниже на 12,8 и 23,1% соответственно, а жиров — выше на 25,4%. Помимо этого в обеих группах отмечен дисбаланс потребления белков, жиров и углеводов (далее БЖУ): у детей из школы-интерната — 1 : 1,2 : 3,8; у детей из контрольной школы — 1 : 1,4 : 3,8; у подростков из школы-интерната — 1 : 1,3 : 4,0; у подростков из контрольной школы — 1 : 1,5 : 3,8.

Результаты кластеризации приведены на рисунке и в таблице. Как видно из рисунка и таблицы, в результате кластерного анализа контингент детей был разделен

на два кластера, значительно различающихся по всем 11 классификационным характеристикам.

Кластер 1, «неблагополучный», характеризуется неудовлетворительным состоянием адаптации организма по всем показателям (МПК, АД по Баевскому и уровень стресса по Шейх-Заде), избыточной массой тела (по ИМТ), более низкими показателями гибкости, избыточной калорийностью рациона за счет высокого потребления жиров (129% от нормы) (рис., табл.). Этот кластер состоит из 64 детей, из них 64,1% — школьники из школы-интерната, 35,9% — дети из контрольной школы.

Более половины детей в этом кластере составляют дети с V ГЗ, по 7,8% детей с III и I ГЗ, 25,0% со II ГЗ. Что касается МГ для занятий физическим воспитанием, более половины составляют дети, относящиеся к подготовительной МГ (56,3%), около трети детей относятся к основной МГ, а к специальной группе — 12,4% детей (два из восьми школьников из контрольной школы). Что касается возраста, это дети более старшего возраста — половина из них учились в средних классах (табл.).

Как указано выше, на 35,9% (23 ребенка) этот кластер образован детьми из контрольной школы (без патологии). У 60,9% этих детей имел место избыток массы тела (вплоть до морбидного ожирения), у 34,8% выявлено напряжение механизмов адаптации и у 4,3% — наличие стресса. Значки ГТО получили 100% этих детей (из них 39,1% получили «золотой» значок). У 21,7% детей из контрольной группы, вошедших в этот кластер, I ГЗ, у 69,6% — II ГЗ и у 8,7% — III ГЗ. У большинства детей (87,0%) основная МГ, у 4,3% детей подготовительная и у 8,7% — специальная МГ (все дети с III ГЗ). Превышение фактической суточной калорийности отмечено у 78,3% этих школьников. Соотношение БЖУ — 1 : 1,5 : 3,9 (табл.).

Кластер 2, «благополучный», характеризуется хорошей адаптацией, низким уровнем стресса, нормальной массой тела, хорошими показателями гибкости в сочетании с низкой калорийностью рациона за счет низкого потребления белков и углеводов (70–77% от нормы).

Таблица. Сравнительная характеристика кластеров, средние значения

Показатели	Кластер 1	Кластер 2	p
Число детей в кластере, абс.	64	74	
Удельный вес школьников, обучающихся в школе-интернате, %	64,1	37,8	0,002
Удельный вес школьников контрольной группы, %	35,9	62,2	0,002
Группа здоровья (ГЗ), %			
– I ГЗ	7,8	17,6	0,088
– II ГЗ	25,0	31,1	0,428
– III ГЗ	7,8	22,9	0,016
– IV ГЗ	0,0	0,0	1,000
– V ГЗ	59,4	28,4	0,000
Медицинская группа физического воспитания (МГ), %			
– основная	31,3	47,3	0,056
– подготовительная	56,3	50,0	0,460
– специальная	12,4	2,7	0,028
Показатели здоровья и адаптации, средние значения			
ИМТ, кг/м ²	23,03	18,35	0,000
МПК, мл/мин/кг	56,9	69,7	0,000
АП по Баевскому (у. е.)	2,08	1,89	0,000
Уровень стресса по Шейх-Заде (у. е.)	1,11	0,90	0,000
Прыжки, % от нормы	105	110	0,183
Гибкость, % от нормы	102	160	0,002
Бег, % от нормы	85	91	0,263
Калорийность, % от нормы	107	80	0,000
Белки, % от нормы	102	77	0,000
Жиры, % от нормы	129	99	0,000
Углеводы, % от нормы	97	70	0,000

В этот кластер вошли 74 ребенка, из них 62,2% школьника из контрольной школы и 37,8% детей из школы-интерната (рис., табл.).

В этом кластере 48,7% детей имеют I и II ГЗ, 22,9% детей — III ГЗ. Однако на 28,4% этот кластер состоит из детей с V ГЗ. Что касается МГ для занятий физическим воспитанием, половина детей относится к подготовительной МГ (50,0%), около половины (47,3%) детей — к основной группе, но есть и дети, относящиеся к специальной группе (двое детей, из которых один из школы-интерната). Один ребенок из контрольной школы освобожден от занятий физкультурой (табл.).

Как указано выше, на 37,8% (28 детей) этот кластер состоит из детей из школы-интерната (инвалиды и с ОВЗ). У большинства (92,9%) из них нормальная масса тела (за исключением одного ребенка с дефицитом массы и одного ребенка с ожирением 2-й степени). У 96,4% этих детей удовлетворительная адаптация, у 78,6% отсутствует стресс и зафиксирован разный уровень МПК (от низкого до высокого). Более половины из этих детей (57,1%) указали в анкете, что не занимаются спортом, однако значки ГТО получили 89,3% детей (из них 50,0% получили «золотой» значок). Тем не менее, у большинства из них (это 75,0% от общего числа вошедших в кластер детей-инвалидов и с ОВЗ) V ГЗ, у остальных (25,0%) — III ГЗ. Подавляющее большинство (89,3%) детей-инвалидов и детей с ОВЗ, вошедших в этот кластер, относятся к подготовительной МГ для занятий физическим воспитанием, из них большинство являются учащимися начальных классов (64,3%). В анамнезе у этих детей болезни нервной системы (G93.8), нейросенсорная потеря слуха двусторонняя (H90.3),

психические расстройства (F), болезни глаза (миопия, астигматизм). Фактическая суточная калорийность рациона у этих детей недостаточная — в среднем она составляет 90,8% от нормы. Соотношение БЖУ — 1 : 1,3 : 3,6 (табл.).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе исследования установлено, что дети и подростки, находящиеся в интернатах для детей-инвалидов, имеют различные изменяющиеся во время пребывания в образовательной организации психофункциональные состояния, что требует регулярной оценки показателей для объективного составления индивидуальных программ реабилитации и абилитации, дополненных рекомендациями по питанию и физическому воспитанию детей, для определения ГЗ, МГ, а также для создания соответствующих условий для реализации этих программ и выполнения рекомендаций.

Среди детей-инвалидов выявлена довольно обширная категория вошедших в «благополучный» кластер 2 (28 человек из 69 или 37,8%), по своим функциональным характеристикам приближающихся к здоровым сверстникам. В то же время и довольно много условно здоровых детей из контрольной группы (23 из 69 или 35,9%) по своим функциональным показателям приблизились к инвалидам, имеющим множество диагнозов и ограничение жизнедеятельности. Этот факт можно связать с избытком массы тела, что согласуется с данными других авторов [17, 18]. Помимо этого отмечено, что показатели здоровья организма детей-инвалидов, обучающихся в школе-интернате,

ухудшаются с возрастом, что согласуется с данными других авторов [19].

В наших предыдущих работах [8] отмечен ряд проблем и несоответствий, которые, на наш взгляд, имеют место в комплексной оценке здоровья детей-инвалидов.

Во-первых, у обучающихся как в школе-интернате, так и в контрольной школе ни в одном случае не была определена IV ГЗ, которую в Тюменской области вообще назначают крайне редко [20–22]. Во-вторых, отмечены определенные несоответствия, которые, на наш взгляд, присутствуют в результатах комплексной оценки здоровья детей, а именно: в «благополучный» кластер вошли 37,8% детей с III и даже V ГЗ, а в «неблагополучный» — 35,9% детей с I и II ГЗ. В «благополучный» кластер вошли 2,7% детей, отнесенных к специальной МГ для занятий физическим воспитанием, а в «неблагополучный» — 31,3% детей, отнесенных к основной МГ. При этом дети с V ГЗ ведут вполне обычный для детей этого возраста образ жизни — посещают школу и спортивные секции, самостоятельно добираются из дома до школы и обратно, участвуют в спартакиадах для инвалидов. Подобное распределение детей по МГ для занятий физической культурой, на наш взгляд, создает для более здоровых детей риск снижения эффективности физического воспитания, а для более больных, напротив, риск развития тяжелых клинических ситуаций на занятиях физкультурой.

С учетом результатов исследования также очевидно, что у некоторых детей-инвалидов ограничения жизнедеятельности не настолько выражены, чтобы отнести их к V ГЗ согласно требованиям нормативного документа [23]. А если они все же отнесены к V группе (в кластере 1 таких детей 26,1% (табл.)), то почему не все они отнесены к специальной МГ для занятий физическим воспитанием (таких детей всего 2,7% (табл.))?

По нашему мнению, в данном случае врач школы-интерната испытывает методические трудности при определении ГЗ: если III от V ГЗ врач отличить может, то IV от V не может, поэтому выставляет более тяжелую группу. Имеются затруднения при различении «ограничения возможности обучения или труда» (формулировка IV ГЗ) и «значительных ограничений возможности обучения или труда» (формулировка V ГЗ) [7, приложение № 2]. При этом в формулировках МГ для занятий физическим воспитанием понятия «ограничений возможностей» нет, а есть только «ограничения физических нагрузок» [7, приложение № 3], что не одно и то же.

Таким образом, требуются методические уточнения в части комплексной оценки здоровья. Возможно, детям, ведущим обычный для детей данного возраста образ жизни (обучающимся в школе, пусть даже специальной, самостоятельно посещающим школу, спортивные секции),

следует назначать ГЗ с I по IV, а V ГЗ следует назначать детям с тяжелой патологией, нуждающимся в обучении на дому, с существенными ограничениями возможностей обучения и нарушениями обычного для детей образа жизни. То есть ключевым моментом в данном случае должен быть образ жизни ребенка или социально-средовая абилитация, на что указывает Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) [24]. Для решения этих вопросов, очевидно, требуются гармонизация понятийного аппарата Министерства здравоохранения Российской Федерации [7] с таковым службы МСЭ [7], о чем было сказано ранее [8], и применение количественных методик оценки функционального состояния и физического развития организма (как одного из критериев комплексной оценки здоровья [7]), а также показателей физической подготовленности детей как результирующих критериев здоровья человека.

ВЫВОДЫ

Функциональное благополучие ребенка определяется не столько диагнозами, статусом инвалида или группой здоровья (ГЗ), сколько реальными адаптационными резервами, массой тела и уровнем физической подготовки.

Среди детей-инвалидов есть группа детей ($n = 28$, 37,8%), по функциональным показателям приближающаяся к здоровым сверстникам, а среди условно здоровых детей выявлена скрытая группа риска ($n = 23$), приближающаяся по психофункциональным показателям и физической подготовке к детям-инвалидам. У детей из этой скрытой группы риска отмечен избыток массы тела.

В обеих группах отмечено отсутствие детей с IV ГЗ, а также противоречия между определением ГЗ и медицинской группы для занятий физическим воспитанием, что, на наш взгляд, указывает на необходимость гармонизации методических подходов к определению этих групп, в том числе в отношении использования понятий ограничений возможности обучения или труда.

Комплексную оценку здоровья детей-инвалидов и с ОВЗ рекомендуется дополнить показателями индекса массы тела, функционального состояния (оценку адаптационного потенциала по Р. М. Баевскому, уровня стресса по Ю. Р. Шейх-Заде, максимального потребления кислорода по методу С. А. Душанина), уровня физической подготовленности (прыжки в длину с места, гибкость, бег на 30/60 м). Помимо этого рекомендуется учитывать образ жизни ребенка, свойственный детям его возраста (посещение образовательной организации, спортивных секций и т. п.).

Литература

1. Вдовина М. В., Семочкина Н. Н. Социальное здоровье семьи с ребенком-инвалидом в период раннего детства и в школьные годы. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021; 29 (2): 287–92. DOI: 10.32687/0869-866X-2021-29-2-287-292.
2. Зелинская Д. И., Терлецкая Р. Н. Инвалидность детского населения России (современные правовые и медико-социальные процессы): монография. 1-е изд. М.: Юрайт, 2019; 194 с.
3. Лазуренко С. Б., Конова С. Р., Фисенко А. П., Терлецкая Р. Н., Соловьева Т. А., Нурлыгаянов И. Н. Организация здоровьесберегающего пространства при обучении детей с ограниченными возможностями здоровья и детей-инвалидов. Российский педиатрический журнал. 2023; 26 (1): 39–45. DOI: 10.46563/1560-9561-2023-26-1-39-45.
4. Терлецкая Р. Н., Винярская И. В., Антонова Е. В., Фисенко А. П., Черников В. В., Алексеева Е. И. и др. Положение детей-инвалидов в условиях современных правовых и медико-

- социальных процессов в России. Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского. 2021; 100 (4): 198–207. DOI: 10.24110/0031-403X-2021-100-4-198-207.
5. Яковлева Т. В., Зелинская Д. И., Туренко О. Ю. Управление детской инвалидностью: медицинские аспекты. Национальное здравоохранение. 2022; 3 (1): 5–14. DOI: 10.47093/2713-069X.2022.3.1.5-14.
 6. 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.
 7. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 14.04.2025 № 211н «Об утверждении порядка прохождения несовершеннолетними профилактических медицинских осмотров, учетной формы № 030-ПО/у «Карта профилактического медицинского осмотра несовершеннолетнего», порядка ее ведения, а также формы отраслевого статистического наблюдения № 030-ПО/о «Сведения о профилактических медицинских осмотрах несовершеннолетних», порядка ее заполнения».
 8. Гудинова Ж. В., Рыбкин А. А., Демакова Л. В. К вопросу комплексной оценки здоровья школьников с ограниченными возможностями здоровья. Российский вестник гигиены. 2025; (3): 35–40. DOI: 10.24075/rbh.2025.139.
 9. BMI-for-age (5–19 years). World Health Organization [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 30]. URL: <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>.
 10. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997; 234 с.
 11. Шейх-Заде Ю. Р., Шейх-Заде К. Ю., авторы. Способ определения уровня стресса. Патент РФ № 2147831. 27.04.2000.
 12. Душанин С. А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и оперативном врачебно-педагогическом контроле. М.: ФиС, 1986; 24 с.
 13. Методические рекомендации по организации и выполнению нормативов испытаний (тестов) Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. М., 2023; 123 с.
 14. Министерство спорта Российской Федерации. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «Готов к труду и обороне» (ГТО) [Интернет]. 2025 [дата обращения 03.10.2025]. URL: <https://www.gto.ru>.
 15. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 27 октября 2020 года № 32.
 16. Гудинова Ж. В., Жернакова Г. Н., Толькова Е. И. Дружелюбная статистика: статистический анализ медицинских баз данных: пошаговые инструкции. Омск: Омский государственный медицинский университет, 2014; 112 с.
 17. Сетко Н. П., Сетко И. А. Адаптационные резервы организма младших школьников с нормальной и избыточной массой тела. Оренбургский медицинский вестник. 2021; 4 (36): 52–4.
 18. Дидур М. Д., Матвеев С. В., Потапчук А. А. Детская спортивная медицина: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2025; 232 с.
 19. Жуков О. Ф., Шустова С. А., Дубровина Е. А., Скоблина Н. А., Федотов Д. М. Физическое развитие подростков с нарушением слуха, обучающихся в образовательных учреждениях Московского региона. Саратовский научно-медицинский журнал. 2025; 21 (3): 322–8. DOI: 10.15275/ssmj2103322.
 20. Здоровье населения Тюменской области (без автономных округов) и деятельность учреждений здравоохранения в 2022 году (статистические материалы): статистический сборник. Государственное автономное учреждение Тюменской области «Медицинский информационно-аналитический центр». Тюмень: РИЦ «Айвекс», 2023; 348 с.
 21. Здоровье населения Тюменской области (без автономных округов) и деятельность учреждений здравоохранения в 2023 году (статистические материалы): статистический сборник. Государственное автономное учреждение Тюменской области «Медицинский информационно-аналитический центр». Тюмень: РИЦ «Айвекс», 2024; 344 с.
 22. Здоровье населения Тюменской области (без автономных округов) и деятельность учреждений здравоохранения в 2024 году (статистические материалы): статистический сборник. Государственное автономное учреждение Тюменской области «Медицинский информационно-аналитический центр». Тюмень: РИЦ «Айвекс», 2025; 346 с.
 23. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30.12.2003 № 621 «О комплексной оценке состояния здоровья детей».
 24. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). World Health Organization [Internet]. 2001 [cited 2025 May 5]. URL: <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>.

References

1. Vdovina MV, Semochkina NN. Sotsial'noe zdorov'e sem'i s rebenkom-invalidom v period rannego detstva i v shkol'nye gody. Problemy sotsial'noj gigieny, zdoravookhraneniya i istorii meditsiny. 2021; 29 (2): 287–92 (in Rus.). DOI: 10.32687/0869-866X-2021-29-2-287-292.
2. Zelinskaya DI, Terletskaya RN. Invalidnost' detskogo naseleniya Rossii (sovremennyye pravovyye i mediko-sotsial'nye protsessy): monografiya. 1-e izd. M.: Yurajt, 2019; 194 p. (in Rus.).
3. Lazurenko SB, Konova SR, Fisenko AP, Terletskaya RN, Soloveva TA, Nurylgayanov IN. Organizatsiya zdorov'esberegayushchego prostranstva pri obuchenii detej s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya i detej-invalidov. Rossijskij pediatricheskij zhurnal. 2023; 26 (1): 39–45 (in Rus.). DOI: 10.46563/1560-9561-2023-26-1-39-45.
4. Terletskaya RN, Vinyarskaya IV, Antonova EV, Fisenko AP, Chernikov VV, Alekseeva EI, et al. Polozhenie detej-invalidov v usloviyakh sovremennykh pravovykh i mediko-sotsial'nykh protsessov v Rossii. Pediatriya. Zhurnal im. G. N. Speranskogo. 2021; 100 (4): 198–207 (in Rus.). DOI: 10.24110/0031-403X-2021-100-4-198-207.
5. Yakovleva TV, Zelinskaya DI, Turenko OYu. Upravlenie detskoj invalidnost'yu: meditsinskie aspekty. Natsional'noe zdoravookhranenie. 2022; 3 (1): 5–14 (in Rus.). DOI: 10.47093/2713-069X.2022.3.1.5-14.
6. Sazonova OV, Gavryushin MYU, Borodina LM, Gorbachev DO, Frolova OV, et al. Gigienicheskoe obosnovanie metodiki razrabotki regional'nykh normativov fizicheskogo razvitiya detej i podrostkov. Samara: Samarskij gosudarstvennyj meditsinskij universitet, 2021; 200 p. (in Rus.).
7. Prikaz Ministerstva zdoravookhraneniya Rossijskoj Federatsii ot 14.04.2025 № 211n "Ob utverzhdenii poryadka prokhozheniya nesovershennoletnimi profilakticheskikh meditsinskikh osmotrov, uchetnoj formy № 030-PO/u "Karta profilakticheskogo meditsinskogo osmotra nesovershennoletnego", poryadka ee vedeniya, a takzhe formy otraslevogo statisticheskogo nablyudeniya № 030-PO/o "Svedeniya o profilakticheskikh meditsinskikh osmotrakh nesovershennoletnikh", poryadka ee zapolneniya". (In Rus.).
8. Gudina ZV, Rybkin AA, Demakova LV. Regarding the comprehensive assessment of the condition of schoolchildren with health

- limitations. Russian Bulletin of Hygiene. 2025; (3): 32–7. DOI: 10.24075/rbh.2025.139.
9. BMI-for-age (5–19 years). World Health Organization [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 30]. Available from: <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>.
 10. Baevskij RM, Berseneva AP. Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostej organizma i risk razvitiya zabolevanij. M.: Meditsina, 1997; 234 p. (in Rus.).
 11. Shejkh-Zade YuR, Shejkh-Zade KYu, avtory. Sposob opredeleniya urovnya stressa. Patent RF № 2147831. 27.04.2000. (In Rus.).
 12. Dushanin SA. Sistema mnogofaktornoj ekspress-diagnostiki funktsional'noj podgotovlennosti sportsmenov pri tekushchem i operativnom vrachebno-pedagogicheskom kontrole. M.: FiS, 1986; 24 p. (in Rus.).
 13. Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii i vypolneniyu normativov ispytaniy (testov) Vserossijskogo fizkul'turno-sportivnogo kompleksa "Gotov k trudu i oborone" (GTO) dlya invalidov i lits s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya. M., 2023; 123 p. (in Rus.).
 14. Ministerstvo sporta Rossijskoj Federatsii. Vserossijskij fizkul'turno-sportivnyj kompleks "Gotov k trudu i oborone" (GTO) [Internet]. 2025 [cited 2025 Oct 3]. Available from: <https://www.gto.ru>.
 15. SanPIN 2.3/2.4.3590-20 "Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k organizatsii obshchestvennogo pitaniya naseleniya". Utverzhdeny postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federatsii 27 oktyabrya 2020 goda № 32. (In Rus.).
 16. Gudinova ZhV, Zhernakova GN, Tolkova EI. Druzhelyubnaya statistika: statisticheskij analiz meditsinskikh baz dannykh: poshagovye instruktsii. Omsk: Omskij gosudarstvennyj meditsinskij universitet, 2014; 112 p. (in Rus.).
 17. Setko NP, Setko IA. Adaptatsionnye rezervy organizma mladshikh shkol'nikov s normal'noj i izbytochnoj massoj tela. Orenburgskij meditsinskij vestnik. 2021; 4 (36): 52–4 (in Rus.).
 18. Didur MD, Matveev SV, Potapchuk AA. Detskaya sportivnaya meditsina: rukovodstvo dlya vrachej. M.: GEOTAR-Media, 2025; 232 p. (in Rus.).
 19. Zhukov OF, Shustova SA, Dubrovina EA, Skoblina NA, Fedotov DM. Fizicheskoe razvitie podrostkov s narusheniem slukha, obuchayushchikhsya v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh Moskovskogo regiona. Saratovskij nauchno-meditsinskij zhurnal. 2025; 21 (3): 322–8 (in Rus.). DOI: 10.15275/ssmj2103322.
 20. Zdorov'e naseleniya Tyumenskoj oblasti (bez avtonomnykh okrugov) i deyatel'nost' uchrezhdenij zdravookhraneniya v 2022 godu (statisticheskie materialy): statisticheskij sbornik. Gosudarstvennoe avtonomnoe uchrezhdenie Tyumenskoj oblasti "Meditsinskij informatsionno-analiticheskij tsentr". Tyumen': RITs "Ajveks", 2023; 348 p. (in Rus.).
 21. Zdorov'e naseleniya Tyumenskoj oblasti (bez avtonomnykh okrugov) i deyatel'nost' uchrezhdenij zdravookhraneniya v 2023 godu (statisticheskie materialy): statisticheskij sbornik. Gosudarstvennoe avtonomnoe uchrezhdenie Tyumenskoj oblasti "Meditsinskij informatsionno-analiticheskij tsentr". Tyumen': RITs "Ajveks", 2024; 344 p. (in Rus.).
 22. Zdorov'e naseleniya Tyumenskoj oblasti (bez avtonomnykh okrugov) i deyatel'nost' uchrezhdenij zdravookhraneniya v 2024 godu (statisticheskie materialy): statisticheskij sbornik. Gosudarstvennoe avtonomnoe uchrezhdenie Tyumenskoj oblasti "Meditsinskij informatsionno-analiticheskij tsentr". Tyumen': RITs "Ajveks", 2025; 346 p. (in Rus.).
 23. Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya Rossijskoj Federatsii ot 30.12.2003 № 621 "O kompleksnoj otsenke sostoyaniya zdorov'ya detej". (In Rus.).
 24. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). World Health Organization [Internet]. 2001 [cited 2025 May 5]. Available from: <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>.

ДЕСЯТИЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ РОССИИ ШКОЛЬНО-ОБУСЛОВЛЕННЫМИ БОЛЕЗНЯМИ

И. К. Рапопорт¹✉, В. Р. Кучма^{1,2}, В. В. Чубаровский^{1,2}, С. Б. Соколова¹¹ Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Мытищи, Россия² Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Актуальной проблемой гигиены детей и подростков является влияние факторов учебной среды и напряженного образовательного процесса на рост заболеваемости некоторыми функциональными нарушениями и хроническими болезнями, которые условно можно отнести к «школьно-обусловленным нарушениям здоровья». Цель исследования — проанализировать динамику общей и первичной заболеваемости детей и подростков России школьно-обусловленными болезнями за 2015–2024 гг. для обоснования приоритетных направлений профилактической работы. Выполнен дескриптивный анализ общей и первичной заболеваемости детей (0–14 лет) и старших подростков (15–17 лет) школьно-обусловленными болезнями на основании данных, опубликованных в официальных статистических сборниках ФГБУ «ЦНИИОИЗ» МЗ РФ. Определены динамика заболеваемости по классам болезней и отдельным нозологиям и показатели хронизации заболеваний. Систематизация информации и статистический анализ проведены в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2020. Представлено обоснование критериев отнесения определенных нарушений здоровья к «школьно-обусловленным». Выявлены устойчивые неблагоприятные тенденции динамики заболеваемости по отдельным классам МКБ-10, наблюдавшиеся в течение 10 лет в детско-подростковой популяции, и высокие значения показателя хронизации заболеваний по классам болезней глаза, костно-мышечной системы, психическим расстройствам, что может быть связано с увеличением психоэмоционального напряжения, учебной и зрительной нагрузки, гиподинамией. Анализ динамики заболеваемости показал, что приоритетными направлениями профилактической работы должны стать увеличение двигательной активности, снижение психоэмоционального напряжения при подготовке к экзаменам в 9 и 11 классах, обучение школьников рациональной организации учебной и досуговой деятельности, здоровое питание и увеличение времени сна.

Ключевые слова: профилактическая медицина, дети и подростки, школьно-обусловленные болезни, общая и первичная заболеваемость, показатель хронизации

Вклад авторов: И. К. Рапопорт, В. Р. Кучма — концепция и дизайн исследования, редактирование статьи; И. К. Рапопорт — сбор материала и написание текста статьи; В. В. Чубаровский — сбор материала и редактирование статьи; С. Б. Соколова — сбор материала, статистическая обработка результатов и редактирование статьи; все авторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

✉ Для корреспонденции: Ирина Калмановна Рапопорт
ул. Семашко, д. 2, г. Мытищи, 141014, Россия; ikrapoport@yandex.ru

Статья получена: 03.04.2026 Статья принята к печати: 16.05.2026 Опубликовано онлайн: 30.08.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.169

Авторские права: © 2026 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/>).

TEN-YEAR TRENDS IN SCHOOL-RELATED MORBIDITY AMONG CHILDREN AND ADOLESCENTS IN RUSSIA

Rapoport IK¹✉, Kuchma VR^{1,2}, Chubarovskiy VV^{1,2}, Sokolova SB¹¹ Erisman Federal Research Center for Hygiene of the Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytishchi, Russia² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

The effects of educational environment factors and processes on the increasing incidence of certain functional disorders and chronic diseases, which can collectively be referred to as school-related diseases, is a relevant issue of childhood and adolescence hygiene. Seeking to prioritize preventive effort directions, this study aimed to analyze trends in overall and primary morbidity from these diseases among Russian children and adolescents from 2015 to 2024. The data collected for the descriptive analysis covered children (0–14 years old) and older adolescents (15–17 years old); they were officially reported by the Central Research Institute for Organization and Informatization of Healthcare. We assessed the dynamics of morbidity at the level of classes of diseases and certain disease entities, and calculated the disease chronization indices (DCIs). The data were systematized and analyzed in Microsoft Office Excel 2020. The study suggests criteria for classifying certain health disorders as school-related. We identified persistent morbidity trends (noticeable throughout the study period) for individual ICD-10 classes, and observed high DCI values for diseases of the eye, the musculoskeletal system, and mental disorders. These findings may be associated with increased psycho-emotional stress, educational and visual demands, and insufficient physical activity. The analysis of morbidity trends identified the following priority areas for preventive work: promoting physical activity among schoolchildren, reducing psycho-emotional stress associated with examinations in grades 9 and 11, teaching students how to arrange their educational and leisure activities, promoting healthy nutrition, and increasing sleep duration.

Keywords: preventive medicine, children and adolescents, school-related diseases, overall and primary morbidity, disease chronization index

Author contribution: Rapoport IK, Kuchma VR — study concept and design, article editing; Rapoport IK — data collection and article authoring; V Chubarovskiy VV — data collection and article editing; Sokolova SB — data collection, statistical analysis of results, and article editing; all authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

✉ Correspondence should be addressed: Irina K. Rapoport
Semashko, 2, Mytishchi, 141014, Russia; ikrapoport@yandex.ru

Received: 03.04.2026 Accepted: 16.05.2026 Published online: 30.08.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.169

Copyright: © 2026 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/>).

Многочисленные отечественные и зарубежные научные исследования, проведенные в отдельных школьных коллективах, позволяют предположить значительный вклад в формирование отклонений в состоянии здоровья обучающихся условий обучения, чрезмерной учебной нагрузки, высоких требований к успеваемости, предэкзаменационного стресса, цифровой трансформации образования, несоблюдения режима дня и питания, сокращения двигательной активности и продолжительности сна [1–7]. Это подтверждает рост распространенности среди школьников определенных функциональных нарушений и хронических болезней, которые условно можно отнести к «школьно-обусловленным нарушениям здоровья» [8, 9]. К таким нарушениям здоровья относятся как функциональные расстройства, связанные с неравномерностью (гетерохронностью) развития органов и систем организма, имеющие транзиторный характер течения и, как правило, не являющиеся поводом для обращения в медицинские организации, так и болезни, имеющие более тяжелое хроническое течение и регистрируемые при обращении за медицинской помощью. Школьно-обусловленные нарушения здоровья в большей или меньшей степени связаны с наследственной предрасположенностью, имеют различную этиологию и патогенез, но отвечают определенным критериям:

- частота их встречаемости среди школьников 5% и более;
- наблюдается рост распространенности и повышение тяжести течения патологических процессов от младших классов к старшим.

Школьно-обусловленные нарушения здоровья снижают качество жизни школьников и имеют социальные последствия — ограничения к службе в вооруженных силах и в выборе профессий и специальностей [10].

Расстройства функционального характера, например, невротические реакции, нарушения осанки, спазм аккомодации и др., практически не учитывают в официальной статистике. Их распространенность можно установить только в ходе научных исследований с тщательным медицинским обследованием детей.

В официальной статистике регистрируют заболевания, которые можно отнести к «школьно-обусловленным болезням», имеющие преимущественно хроническое течение. Их вносят в статистическую форму Минздрава России № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», когда впервые ставят диагноз, а затем анализируют как первичную заболеваемость, а также регистрируют при обострении болезни и анализируют при рассмотрении общей заболеваемости [1, 8, 9].

Основаниями к отнесению определенных болезней к категории «школьно-обусловленных» являются выявленные в ходе научных исследований связи развития патологий с условиями обучения и поведенческими факторами риска для здоровья школьников:

- миопия. Развитие болезни (патогенез) в значительной степени связано с большим зрительным напряжением (в том числе при использовании электронных устройств с экранами), гиподинамией и длительным пребыванием в статичной позе сидя (относится к VII (H) классу по МКБ-10 — Болезни глаза и его придаточного аппарата) [11–13];
- неврозы, соматоформная дисфункция вегетативной нервной системы, головная боль напряженного типа.

Развитие заболеваний связано с длительным нервно-эмоциональным напряжением, предэкзаменационным стрессом, переутомлением, недостаточной продолжительностью сна, дидактогенией, фобиями (школы, контрольных, экзаменов) (относятся к V (F) классу — Психические расстройства и расстройства поведения и VI (G) классу — Болезни нервной системы) [1, 14–18];

- болезни системы кровообращения с повышенным кровяным давлением. Развитие болезней связано с нервно-эмоциональным напряжением, предэкзаменационным стрессом, переутомлением, недостаточной продолжительностью сна (относятся к IX (I) классу — Болезни системы кровообращения) [8, 16, 18];

- ожирение (простое, конституционально-экзогенное). Развитие болезни, часто сочетающееся с нарушениями углеводного обмена, связано с гиподинамией и нерациональным питанием с избыточным потреблением калорий (относится к IV (E) классу — Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ) [19, 20];

- хронические гастрит и дуоденит. Развитие болезней, при геликобактериальной этиологии заболеваний, отчасти можно рассматривать как сложные психосоматические нарушения, связанные с нервно-эмоциональным напряжением, а также с нерациональным питанием и режимом дня (относятся к XI (K) классу — Болезни органов пищеварения) [21, 22];

- деформирующие дорсопатии (в том числе сколиоз I–II ст.). Развитие патологий связано с гиподинамией, длительным пребыванием в статичной позе сидя, нефункциональной позой на рабочем месте, с мебелью, не соответствующей росту (относятся к XIII (M) классу — Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани) [23, 24];

- расстройства менструаций у девушек. Развитие таких нарушений, как психосоматические расстройства, связано с большим нервно-эмоциональным напряжением, стрессом, обусловленным частыми контрольными работами, подготовкой к экзаменам и др. (относятся к XIV (N) классу — Болезни мочеполовой системы) [25, 26].

Динамика общей и первичной заболеваемости указанных выше нозологий и классов болезней, к которым они относятся, отражает основные тенденции в изменении состояния здоровья современных детей и старших подростков.

Целью исследования было проанализировать динамику общей и первичной заболеваемости детей (0–14 лет включительно) и подростков (15–17 лет включительно) России школьно-обусловленными болезнями в 2015–2024 гг. для обоснования приоритетных направлений профилактической работы.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Для анализа использовали данные общей заболеваемости (распространенности) и первичной заболеваемости (заболеваемости с диагнозом, установленным впервые в жизни) детей (0–14 лет включительно) и старших подростков (15–17 лет включительно) школьно-обусловленными болезнями за 2015–2024 гг., опубликованные в официальных статистических сборниках ФГБУ «ЦНИИОИЗ» МЗ РФ [27]. В практике российского здравоохранения при популяционных исследованиях используют расчет относительных величин на 100 000 населения соответствующего возраста, показатель

Таблица 1. Заболеваемость детей (0–14 лет включительно) школьно-обусловленными болезнями, темп прироста/убыли и показатели хронизации заболеваний в 2015 и 2024 г.

Классы заболеваний по МКБ-10	Заболеваемость (на 100 000 детей соответствующего возраста)			Темп прироста/убыли показателей 2024 г. к 2015 г. (%)	Показатели хронизации заболеваний	
	Вид заболеваемости	2015 г.	2024 г.		2015 г.	2024 г.
Все заболевания	Общая	223 920,7	224 565,2	+0,3	1,25	1,31
	Первичная	179 741,3	171 683,9	–4,5		
Болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ	Общая	3944,2	5407,4	+37,1	2,62	3,53
	Первичная	1504,6	1533,3	+1,9		
в том числе ожирение	Общая	1217,6	1780,6	+46,2	3,19	3,99
	Первичная	382,0	445,9	+16,7		
Психические расстройства и расстройства поведения	Общая	2940,2	2853,7	–2,9	5,33	5,42
	Первичная	552,0	526,1	–4,7		
Болезни нервной системы	Общая	9115,3	9328,8	+2,3	2,4	3,11
	Первичная	3802,9	3002,8	–21,0		
Болезни глаза и его придаточного аппарата	Общая	12074,1	13402,8	+11	2,02	3,07
	Первичная	5981,9	4359,7	–27,1		
в том числе миопия	Общая	3547,9	4712,0	+32,8	3,56	4,31
	Первичная	997,6	1093,9	+9,7		
Болезни системы кровообращения	Общая	1980,3	1847,0	–6,7	2,71	3,72
	Первичная	730,9	496,8	–32,0		
в том числе болезни с повышенным кровяным давлением	Общая	60,8	46,6	–23,4	2,87	3,11
	Первичная	21,2	15,0	–29,2		
Болезни органов пищеварения	Общая	13272,7	11039,5	–16,8	1,81	2,52
	Первичная	7322,3	4385,5	–40,1		
в том числе гастрит и дуоденит	Общая	1919,2	1309,4	–31,8	2,64	3,33
	Первичная	725,8	392,9	–45,9		
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Общая	7581,3	8777,8	15,8	2,26	3,57
	Первичная	3356,3	2458,5	–26,7		
в том числе деформирующие дорсопатии	Общая	2236,1	2183,3	–2,4	2,62	3,53
	Первичная	852,8	619,1	–27,4		
Болезни мочеполовой системы	Общая	5443,1	4732,0	–13,1	1,9	2,04
	Первичная	2863,8	2323,6	–18,9		
в том числе расстройства менструаций	Общая	1592,0	1967,6	+23,6	1,51	1,56
	Первичная	1055,8	1259,7	+ 19,3		

обозначают ‰ — просантимилле. Первичная и общая заболеваемость расстройствами менструации рассчитана на количество девочек в возрасте до 15 лет и девушек в возрасте до 18 лет соответственно.

Данные об общей и первичной заболеваемости подвергли дескриптивному анализу с вычислением следующих показателей: темп прироста/убыли заболеваемости 2024 г. по отношению к 2015 г. (в процентах) и показатель хронизации заболевания (ПХЗ). ПХЗ, представляющий собой частное от деления соответствующего значения общей заболеваемости на значение первичной заболеваемости, был рассчитан для 2015 и 2024 г. ПХЗ и критерии его оценки предложены специалистами в области общественного здоровья [28]. Значения ПХЗ менее 2 считаются «незначительными», от 2 до 4 — «значительными», более 4 — «высокими».

Для накопления, систематизации информации и дескриптивного анализа использовали электронные таблицы MS Office Excel 2020 (Microsoft; США).

Экспертно-аналитический подход использован при рассмотрении опубликованных научных данных

о связи факторов образовательной среды и образа жизни школьников с динамикой заболеваемости школьно-обусловленными болезнями и хронизацией патологий для обоснования комплекса профилактических мероприятий.

В статье рассмотрена динамика общей и первичной заболеваемости детей и подростков только по тем классам МКБ-10 и входящим в эти классы отдельным нозологиям, которые можно условно отнести к школьно-обусловленным болезням.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В течение десятилетнего периода (2015–2024 гг.) наметилась тенденция к незначительному **повышению общей заболеваемости детей** (0–14 лет включительно). Показатель увеличился **на 0,3%** — с 223920,7‰ до 224565,2‰ (табл. 1).

Зафиксирован *рост общей заболеваемости детей* за десятилетний период по следующим классам болезней: класс болезней эндокринной системы и нарушений обмена веществ — на 37,1% (с 3944,2‰ до 5407,4‰), в том

числе имело место увеличение общей заболеваемости ожирением на 46,2% (с 1217,6⁰/₀₀₀₀ до 1780,6⁰/₀₀₀₀). Выявлено небольшое повышение общей заболеваемости болезнями нервной системы — на 2,3% (с 9115,3⁰/₀₀₀₀ до 9328,8⁰/₀₀₀₀). Рост общей заболеваемости болезнями глаза и его придаточного аппарата значителен — на 11,0% (с 12074,1⁰/₀₀₀₀ до 13402,8⁰/₀₀₀₀), в том числе миопией на 32,8% (с 3547,9⁰/₀₀₀₀ до 4712,0⁰/₀₀₀₀); болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани — на 15,8% (с 7581,3⁰/₀₀₀₀ до 8777,8⁰/₀₀₀₀). При снижении распространенности болезней мочеполовой системы общая заболеваемость расстройствами менструального цикла возросла на 23,6% (с 1592,0⁰/₀₀₀₀ до 1967,6⁰/₀₀₀₀).

Зафиксировано **снижение общей заболеваемости детей** по следующим классам болезней: класс психических расстройств и расстройств поведения — на 2,9% (с 2940,2⁰/₀₀₀₀ до 2853,7⁰/₀₀₀₀); класс болезней системы кровообращения — на 6,7% (с 1980,3⁰/₀₀₀₀ до 1847,0⁰/₀₀₀₀), в том числе заболеваемости болезнями с повышенным кровяным давлением на 23,4% (с 60,8⁰/₀₀₀₀ до 46,6⁰/₀₀₀₀); класс болезней органов пищеварения — на 16,8% (с 13272,7⁰/₀₀₀₀ до 11039,5⁰/₀₀₀₀), в том числе гастритом и дуоденитом на 31,8% (с 1919,2⁰/₀₀₀₀ до 1309,4⁰/₀₀₀₀); класс болезней мочеполовой системы — на 13,1% (с 5443,1⁰/₀₀₀₀ до 4732,0⁰/₀₀₀₀) при повышении распространенности расстройств менструаций у девочек. Кроме того, незначительно снизилась общая заболеваемость деформирующими дорсопатиями — на 2,4% (с 2236,1⁰/₀₀₀₀ до 2183,3⁰/₀₀₀₀), хотя суммарная распространенность болезней костно-мышечной системы среди детей возросла.

За десятилетний период **первичная заболеваемость детей снизилась на 4,5%** — с 179741,3⁰/₀₀₀₀ до 171683,9⁰/₀₀₀₀ (табл. 1).

Прослеживается **снижение (убыль) первичной заболеваемости детей** по следующим классам: психические расстройства и расстройства поведения — на 4,7% (с 552,0⁰/₀₀₀₀ до 526,1⁰/₀₀₀₀); болезни нервной системы — на 21,0% (с 3802,9⁰/₀₀₀₀ до 3002,8⁰/₀₀₀₀); болезни глаза — на 27,1% (с 5981,9⁰/₀₀₀₀ до 4359,7⁰/₀₀₀₀), однако первичная заболеваемость миопией возросла. Кроме того, снизилась первичная заболеваемость детей по следующим классам: болезни системы кровообращения — на 32,0% (с 730,9⁰/₀₀₀₀ до 496,8⁰/₀₀₀₀), в том числе заболеваемость болезнями с повышенным кровяным давлением на 29,2% (с 21,2⁰/₀₀₀₀ до 15,0⁰/₀₀₀₀); болезни органов пищеварения — на 40,1% (с 7322,3⁰/₀₀₀₀ до 4385,5⁰/₀₀₀₀), в том числе заболеваемость гастритом и дуоденитом на 45,9% (с 725,8⁰/₀₀₀₀ до 392,9⁰/₀₀₀₀); болезни костно-мышечной системы — на 26,7% (с 3356,3⁰/₀₀₀₀ до 2458,5⁰/₀₀₀₀), в том числе заболеваемость деформирующими дорсопатиями на 27,4% (с 852,8⁰/₀₀₀₀ до 619,1⁰/₀₀₀₀); болезни мочеполовой системы — на 18,9% (с 2863,8⁰/₀₀₀₀ до 2323,6⁰/₀₀₀₀) при увеличении частоты расстройств менструаций.

Выявлен **рост первичной заболеваемости детей** за тот же период по классу болезней эндокринной системы и нарушениям обмена веществ на 1,9% (с 1504,6⁰/₀₀₀₀ до 1533,3⁰/₀₀₀₀).

Необходимо обратить внимание на увеличение первичной заболеваемости детей болезнями, условно отнесенными к школьно-обусловленным: ожирением на 16,7% (с 382,0⁰/₀₀₀₀ до 445,9⁰/₀₀₀₀), миопией на 9,7% (с 997,6⁰/₀₀₀₀ до 1093,9⁰/₀₀₀₀), расстройствами менструаций на 19,3% (с 1055,8⁰/₀₀₀₀ до 1259,7⁰/₀₀₀₀).

Общая заболеваемость подростков (15–17 лет включительно) увеличилась на 4,4% (с 224725,9⁰/₀₀₀₀ до 234669,9⁰/₀₀₀₀) (табл. 2).

Зафиксирован **рост общей заболеваемости подростков** по следующим классам: болезни эндокринной системы и нарушения обмена веществ — на 20,4% (с 9898,4⁰/₀₀₀₀ до 11914,6⁰/₀₀₀₀), в том числе увеличение показателей по ожирению на 29,4% (с 2935,0⁰/₀₀₀₀ до 3799,1⁰/₀₀₀₀); болезни глаза и его придаточного аппарата — на 13,2% (с 21622,6⁰/₀₀₀₀ до 24466,8⁰/₀₀₀₀), в том числе заболеваемости миопией на 23,5% (с 11689,4⁰/₀₀₀₀ до 14431,2⁰/₀₀₀₀); болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани — на 12,4% (с 17392,9⁰/₀₀₀₀ до 19547,7⁰/₀₀₀₀) при увеличении распространенности деформирующих дорсопатий на 2,9% (с 7239,3⁰/₀₀₀₀ до 7446,1⁰/₀₀₀₀). Возросла общая заболеваемость расстройствами менструального цикла — на 29,8% (с 5416,6⁰/₀₀₀₀ до 7029,6⁰/₀₀₀₀).

Произошло **снижение общей заболеваемости подростков** по следующим классам болезней: психические расстройства и расстройства поведения — на 14,4% (с 6303,6⁰/₀₀₀₀ до 5394,2⁰/₀₀₀₀); болезни нервной системы — на 1,9% (с 12542,5⁰/₀₀₀₀ до 12299,6⁰/₀₀₀₀); болезни системы кровообращения — на 10,4% (с 5477,0⁰/₀₀₀₀ до 4905,3⁰/₀₀₀₀), в том числе распространенности болезней с повышенным кровяным давлением на 19,3% (с 596,5⁰/₀₀₀₀ до 481,1⁰/₀₀₀₀); болезни органов пищеварения — на 24,9% (с 19117,8⁰/₀₀₀₀ до 14352,0⁰/₀₀₀₀), в том числе отмечено уменьшение распространенности гастрита и дуоденита на 33,5% (с 6239,9⁰/₀₀₀₀ до 4151,7⁰/₀₀₀₀); болезни мочеполовой системы — на 11,8% (с 11342,4⁰/₀₀₀₀ до 10008,9⁰/₀₀₀₀) при росте распространенности расстройств менструаций.

В 2015–2024 гг. **первичная заболеваемость подростков** по всем заболеваниям вместе взятым **возросла на 5,0%** (с 138509,7⁰/₀₀₀₀ до 145437,3⁰/₀₀₀₀), в основном за счет существенного роста (на 22,9%) первичной заболеваемости болезнями органов дыхания.

Отмечен **рост первичной заболеваемости подростков** по следующим классам болезней: по классу болезней эндокринной системы и нарушениям обмена веществ — на 7,8% (с 2864,4⁰/₀₀₀₀ до 3087,2⁰/₀₀₀₀), в том числе по ожирению на 15,1% (с 738,8⁰/₀₀₀₀ до 850,7⁰/₀₀₀₀). Первичная заболеваемость миопией возросла на 11,7% (с 2177,8⁰/₀₀₀₀ до 2432,5⁰/₀₀₀₀), хотя в целом по классу глазных болезней имело место снижение показателя. Первичная заболеваемость расстройствами менструаций увеличилась на 18,0% (с 3373,9⁰/₀₀₀₀ до 3981,7⁰/₀₀₀₀) при снижении общего показателя по классу болезней мочеполовой системы.

Прослеживается **снижение первичной заболеваемости подростков** по следующим классам: психические расстройства — на 33,6% (с 1089,8⁰/₀₀₀₀ до 723,4⁰/₀₀₀₀); болезни нервной системы — на 4,3% (с 3969,8⁰/₀₀₀₀ до 3799,3⁰/₀₀₀₀); болезни глаза — на 13,3% (с 6437,7⁰/₀₀₀₀ до 5578,6⁰/₀₀₀₀); болезни системы кровообращения — на 11,65% (с 1655,0⁰/₀₀₀₀ до 1463,3⁰/₀₀₀₀), в том числе болезни с повышенным кровяным давлением на 13,5% (с 169,9⁰/₀₀₀₀ до 146,9⁰/₀₀₀₀); болезни органов пищеварения — на 30,7% (с 7374,9⁰/₀₀₀₀ до 5110,5⁰/₀₀₀₀), в том числе по гастриту и дуодениту на 32,6% (с 1649,9⁰/₀₀₀₀ до 1112,2⁰/₀₀₀₀); болезни костно-мышечной системы — на 13,6% (с 5936,6⁰/₀₀₀₀ до 5127,8⁰/₀₀₀₀), в том числе по деформирующим дорсопатиям на 11,8% (с 2144,6⁰/₀₀₀₀ до 1891,0⁰/₀₀₀₀).

Проведен сравнительный анализ **ПХЗ** в детской и подростковой субпопуляции в 2015 и 2024 г. (табл. 1 и 2). Установлено, что в детской субпопуляции ПХЗ для всех заболеваний вместе взятых практически не изменился за десятилетие: в 2015 г. он составлял 1,25, в 2024 г. — 1,31; в субпопуляции старших подростков ПХЗ был выше,

Таблица 2. Заболеваемость подростков (15–17 лет включительно) школьно-обусловленными болезнями, темп прироста/убыли и показатели хронизации заболеваний в 2015 и 2024 г.

Классы заболеваний по МКБ-10	Заболеваемость (на 100 000 детей соответствующего возраста)			Темп прироста/ убыли показателей 2024 г. к 2015 г. (%)	Показатели хронизации заболеваний	
	Вид заболеваемости	2015 г.	2024 г.		2015 г.	2024 г.
Все заболевания	Общая	224 725,9	234 669,9	+4,4	1,62	1,61
	Первичная	138 509,7	145 437,3	+5,0		
Болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ	Общая	9898,4	11914,6	+20,4	3,46	3,86
	Первичная	2864,4	3087,2	+7,8		
в том числе ожирение	Общая	2935,0	3799,1	+29,4	3,97	4,47
	Первичная	738,8	850,7	+15,0		
Психические расстройства и расстройства поведения	Общая	6303,6	5394,2	–14,4	5,78	7,46
	Первичная	1089,8	723,4	–33,6		
Болезни нервной системы	Общая	12542,5	12299,6	–1,9	3,16	3,24
	Первичная	3969,8	3799,3	–4,3		
Болезни глаза и его придаточного аппарата	Общая	21622,6	24466,8	+13,2	3,36	4,39
	Первичная	6437,7	5578,6	–13,3		
в том числе миопия	Общая	11689,4	14431,2	+23,5	5,37	5,93
	Первичная	2177,8	2432,5	+11,7		
Болезни системы кровообращения	Общая	5477,0	4905,3	–10,4	3,31	3,35
	Первичная	1655,0	1463,3	–11,6		
в том числе болезни с повышенным кровяным давлением	Общая	596,5	481,1	–19,3	3,51	3,28
	Первичная	169,9	146,9	–13,5		
Болезни органов пищеварения	Общая	19117,8	14352	–24,9	2,59	2,81
	Первичная	7374,9	5110,5	–30,7		
в том числе гастрит и дуоденит	Общая	6239,9	4151,7	–33,5	3,78	3,73
	Первичная	1649,9	1112,2	–32,6		
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Общая	17392,9	19547,7	+12,4	2,93	3,81
	Первичная	5936,6	5127,8	–13,6		
в том числе деформирующие дорсопатии	Общая	7239,3	7446,1	+2,9	3,38	3,94
	Первичная	2144,6	1891,0	–11,8		
Болезни мочеполовой системы	Общая	11342,4	10008,9	–11,8	1,91	1,97
	Первичная	5952,8	5079,4	–14,7		
в том числе расстройства менструаций	Общая	5416,6	7029,6	+29,8	1,61	1,77
	Первичная	3373,9	3981,7	+18,0		

чем у детей, но тоже не изменился: 1,62 и 1,61 соответственно.

Значительная хронизация заболеваний у детей ($2,00 < \text{ПХЗ} < 4,00$) выявлена в 2015 г. и в 2024 г. по большинству классов болезней, к которым относятся школьно-обусловленные болезни: заболевания эндокринной системы и нарушения обмена веществ (ПХЗ 2,62 и 3,53 соответственно), в том числе ожирение (3,19 и 3,99); болезни нервной системы (2,40 и 3,11); болезни глаза и его придаточного аппарата (2,02 и 3,07), в том числе миопия (3,56 в 2015 г.); болезни системы кровообращения (2,71 и 3,72), в том числе болезни с повышенным кровяным давлением (2,87 и 3,11); болезни органов пищеварения (1,81 — незначительный ПХЗ в 2015 г. и 2,52 — значительный ПХЗ в 2024 г.), в том числе гастрит и дуоденит (2,64 и 3,33); болезни костно-мышечной системы (2,26 и 3,57), в том числе деформирующие дорсопатии (2,62 и 3,53).

Значительная хронизация заболеваний у подростков ($2,00 < \text{ПХЗ} < 4,00$) выявлена в 2015 и 2024 г. — также по большинству классов болезней, в которые включены школьно-обусловленные болезни: заболевания

эндокринной системы (3,46 и 3,86 соответственно); болезни нервной системы (3,16 и 3,24); болезни глаза и его придаточного аппарата (3,36 — значительный ПХЗ в 2015 г. и 4,39 — высокий ПХЗ в 2024 г.); болезни системы кровообращения (3,31 и 3,35), в том числе болезни с повышенным кровяным давлением (3,51 и 3,28); болезни органов пищеварения (2,59 и 2,81), в том числе гастрит и дуоденит (3,78 и 3,73); болезни костно-мышечной системы (2,93 и 3,81), в том числе деформирующие дорсопатии (3,38 и 3,94).

Высокая хронизация заболеваний ($\text{ПХЗ} > 4$) выявлена в 2015 г. и в 2024 г. по классу психических расстройств — как у детей (5,33 и 5,42), так и у подростков (5,78 и 7,46). Кроме того, констатирована высокая хронизация ожирения у подростков в 2024 г. (4,47) и у них же высокий ПХЗ миопии в 2015 и 2024 г. (5,37 и 5,93 соответственно). У детей высокий ПХЗ миопии (4,31) отмечен в 2024 г.

В 2015 и 2024 г. *незначительную хронизацию* заболеваний ($\text{ПХЗ} < 2,00$) из рассматриваемых классов можно отметить только для класса болезней мочеполовой системы — как у детей (1,90 и 2,04), так и у подростков

(1,91 и 1,97). Аналогичная тенденция отмечена для расстройств менструального цикла: у девочек до 15 лет — 1,51 и 1,56, у девушек-подростков 15–18 лет — 1,61 и 1,77. Выявленная тенденция свидетельствует о том, что в большинстве случаев указанные нарушения носят транзиторный характер и связаны с воздействием длительного стресса, особенно при подготовке к экзаменам.

Сравнительный анализ ПХЗ у детей и подростков в 2024 г. по отношению к 2015 г. показал, что в целом в 2024 г. в детско-подростковой популяции наблюдалась более значительная хронизация болезней, чем в 2015 г.

У старших подростков констатированы более высокие значения хронизации болезней, чем у детей. Обращают на себя внимание очень высокие значения показателя хронизации у подростков по классу психических расстройств и расстройств поведения (ПХЗ до 7,46 в 2024 г.). Обеспокоенность вызывают высокие и все увеличивающиеся показатели хронизации ожирения и миопии как у детей, так и у подростков. К старшему подростковому возрасту в популяции накапливается «груз хронических заболеваний», что отражается на показателях общей заболеваемости учащихся старших классов.

Профилактическая работа в школах должна быть направлена на предотвращение развития именно школьно-обусловленных заболеваний, демонстрирующих тенденцию к значительной и высокой хронизации (по показателю хронизации).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

До 2025 г. не представлялось возможным изучить динамику заболеваемости целым рядом болезней, которые могут быть связаны с влиянием факторов учебного процесса и образа жизни школьников. Приказом Федеральной службы государственной статистики от 13 ноября 2024 г. № 543, вступившим в силу 1 января 2025 г., утверждены новые формы федерального статистического наблюдения в сфере охраны здоровья: в отчетную форму (№ 12) впервые внесен «Раздел 3.2 Обучающиеся в образовательных организациях (3–17 лет включительно): дошкольники и школьники», а также дополнительные строки для регистрации практически всех школьно-обусловленных болезней [29]. Собираемые с 2025 г. сведения позволят более глубоко и дифференцированно проанализировать заболеваемость несовершеннолетних по четырем возрастным группам: дошкольники 3–6 лет, младшие школьники 7–10 лет, учащиеся средних классов 11–14 лет (5–8 классы) и учащиеся школ 15–17 лет (9–11 классы).

Для получения наиболее полного представления о состоянии здоровья детей и подростков необходим одновременный учет данных об обращаемости детского населения в медицинские организации и сведений о результатах профилактических медицинских осмотров (патологическая пораженность) с ведением на каждого ребенка индивидуального (так называемого «полицевого») учета всех выявленных у него нарушений здоровья. Это позволит получить сведения об истинной (исчерпанной) заболеваемости детей и подростков.

Соотнесение истинной заболеваемости обучающихся с факторами условий и организации воспитания и обучения в конкретных образовательных организациях, а также с поведенческими факторами риска даст возможность выявить степень влияния указанных факторов на развитие наиболее распространенных среди дошкольников и школьников заболеваний. Эффективность профилактической работы будут оценивать по тому, насколько будет предотвращено влияние неблагоприятных факторов на здоровье детей и подростков, в том числе на развитие у них функциональных расстройств, переход патологии в хроническую форму, прогрессирование патологии [8, 9, 15, 21].

ВЫВОДЫ

В ходе экспертно-аналитического исследования выявлены устойчивые неблагоприятные тенденции в динамике общей заболеваемости детей и подростков за десятилетие (2015–2024 гг.). Увеличились показатели по следующим классам болезней: болезни глаза и его придаточного аппарата, включая миопию; болезни эндокринной системы и нарушения обмена веществ, включая ожирение; болезни костно-мышечной системы.

Сравнительный анализ показателя хронизации заболеваний у детей и подростков в 2024 г. по отношению к 2015 г. показал, что в 2024 г. имела место более значительная хронизация болезней, чем в 2015 г., причем показатели хронизации выше у старших подростков по сравнению с детьми 0–14 лет. Обращают на себя внимание высокие значения показателя хронизации по классу болезней глаза, по классу болезней костно-мышечной системы и в особенности по классу психических расстройств. Неблагоприятные тенденции хронизации, отмеченные для психических расстройств, болезней глаза (миопии) и болезней костно-мышечной системы, могут быть связаны с увеличением психоэмоционального напряжения, учебной и зрительной нагрузки в образовательном процессе, с недостаточной продолжительностью сна обучающихся и значительной гиподинамией.

На основании полученных данных приоритетными направлениями профилактической работы должны стать снижение психоэмоционального напряжения подростков при подготовке к экзаменам в 9 и 11 классах; увеличение двигательной активности детей и подростков (не менее часа в день); обучение всех школьников рациональной организации учебной и досуговой деятельности с уменьшением зрительной нагрузки, обеспечением здорового питания и увеличением продолжительности ночного сна.

Для дальнейшего изучения состояния здоровья детей и подростков и факторов риска для здоровья необходима единая российская база данных с полицевым учетом всех обращений каждого несовершеннолетнего в любые медицинские организации и с фиксацией сведений о нарушениях здоровья (как о функциональных расстройствах, так и о хронических болезнях), выявленных при профилактических медицинских осмотрах.

Литература

1. Кучма В. Р., Рапопорт И. К., Сухарева Л. М., Скоблина Н. А., Седова А. С., Чубаровский В. В. и др. Здоровье детей и подростков в школьном онтогенезе как основа совершенствования системы медицинского обеспечения и санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021; 65 (4): 325–33. DOI: 10.47470/0044-197X-2021-65-4-325-333.
2. Баранов А. А., Альбицкий В. Ю., Намазова-Баранова Л. С., Терлецкая Р. Н. Состояние здоровья детей Российской Федерации. М.: ПедиатрЪ, 2020; 116 с.
3. Сетко И. М., Сетко Н. П. Современные проблемы состояния здоровья школьников в условиях комплексного влияния факторов среды обитания. *Оренбургский медицинский вестник*. 2018; 22 (2): 4–13.
4. Adolescent health and development in the WHO European Region: can we do better? WHO. Regional Office for Europe, 2019; 43 p.
5. Inchley J, Currie D, editors. Spotlight on adolescent health and well-being. Findings from the 2017/2018 Health Behavior in School-aged Children (HBSC) survey in Europe and Canada. International report. Key findings. WHO — Copenhagen: Regional Office for Europe, 2020; 72 p.
6. Marques A, Bordado J, Tesler R, Demetriou Y, Sturm DJ, de Matos MG. A composite measure of healthy lifestyle: A study from 38 countries and regions from Europe and North America, from the Health Behavior in School-Aged Children survey. *Am J Hum Biol*. 2020; 32 (6): 116–23. DOI: 10.1002/ajhb.23419.
7. Терлецкая Р. Н., Антонова Е. В., Винарская И. В. Состояние здоровья российских подростков. *Российский педиатрический журнал*. 2023; 5 (26): 327–36. DOI: 10.46563/1560-9561-2023-26-5-327-336.
8. Кучма В. Р., Рапопорт И. К., редакторы. Физическое развитие и состояние здоровья детей и подростков в школьном онтогенезе (лонгитудинальное исследование): монография. М.: Научная книга, 2021; 350 с.
9. Порецкова Г. Ю., Тяжева А. А., Рапопорт И. К., Воронина Е. Н. Современные тренды нарушения здоровья детей школьного возраста г. Самары. *Наука и инновации в медицине*. 2019; 4 (1): 58–62. DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-1-58-62.
10. Кучма В. Р., редактор. Гигиена детей и подростков. Государственный контроль в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия детского населения в терминах и определениях. Более 250 терминов: учебно-методическое пособие. М.: Издательство Сеченовского Университета, 2023; 54 с.
11. Рапопорт И. К., Цамерян А. П. Особенности формирования нервно-психических расстройств и нарушений зрения у московских учащихся в процессе обучения в школе. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНиСО*. 2019; (5): 20–27.
12. Богомолова Е. С., Бадеева Т. В., Котова И. В., Максименко Е. О., Олюшина Е. А., Лангуев К. А. Гигиенические аспекты дистанционного образования обучающихся. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2020; (3): 35–9.
13. Скоблина Н. А., Попов В. И., Еремин А. Л., Маркелова С. В., Милушкина О. Ю., Обрубов С. А. и др. Риски развития болезней глаза и его придаточного аппарата у обучающихся в условиях нарушения гигиенических правил использования электронных устройств. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (3): 279–84. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-279-284.
14. Сетко А. Г., Булычева Е. В., Сетко Н. П. Особенности развития донозологических изменений в психическом и физическом здоровье учащихся поколения Z. *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 158–64. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.17.
15. Каркашадзе Г. А., Намазова-Баранова Л. С., Захарова И. Н., Макарова С. Г., Маслова О. И. Синдром высоких учебных нагрузок у детей школьного и подросткового возраста. *Педиатрическая фармакология*. 2017; 14 (1): 7–23. DOI: 10.15690/pf.v14i1.1697.
16. Bosch R, Pagerols M, Rivas C, Sixto L, Bricollé L, Español-Martín G, et al. Neurodevelopmental disorders among Spanish school-age children: prevalence and sociodemographic correlates. *Psychol Med*. 2022; 52 (14): 3062–72. DOI: 10.1017/S0033291720005115. PubMed PMID: 33436129.
17. Li F, Cui Y, Li Y, Guo L, Ke X, Liu J, et al. Prevalence of mental disorders in school children and adolescents in China: diagnostic data from detailed clinical assessments of 17,524 individuals. *J Child Psychol Psychiatry*. 2022; 63 (1): 34–46. DOI: 10.1111/jcpp.13445. PubMed PMID: 34019305.
18. Милушкина О. Ю., Дубровина Е. А., Григорьева З. А., Козырева Ф. У., Пивоваров Ю. П. Влияние современной образовательной среды на нервно-психическое здоровье детей школьного возраста. *Российский вестник гигиены*. 2023; (4): 47–56. DOI: 10.24075/rbh.2023.085.
19. Мартынова И. Н., Винарская И. В., Терлецкая Р. Н., Постникова Е. В., Фролова Г. С. Вопросы истинной заболеваемости и распространенности ожирения среди детей и подростков. *Российский педиатрический журнал*. 2016; 19 (1): 23–8. DOI: 10.18821/1560-9561-2016-19(1)-23-28.
20. Скотникова Ю. В., Архангельская А. Н., Бурдюкова Е. В., Игнатов Н. Г., Rogoznaya E. V., Самусенков О. И. и др. Избыточная масса тела и гиподинамия как факторы риска развития патологии сердечно-сосудистой системы у детей и подростков. *Вестник новых медицинских технологий*. 2016; 23 (1): 71–4.
21. Маев И. В., Кучерявый Ю. А. Роль психоэмоционального стресса в развитии язвенной болезни. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2019; (1): 4–12.
22. Жигалова П. Д., Карпушенко О. И. Роль стресса и адаптации в развитии эрозивно-язвенных повреждений желудочно-кишечного тракта. *Вестник науки*. 2024; 1 (80): 1118–27.
23. Маклакова О. А., Вандышева А. Ю., Штина И. Е., Валина С. Л. Особенности формирования нарушений осанки у детей в период школьного обучения. *Гигиена и санитария*. 2022; 101 (6): 655–61. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-6-655-661.
24. Сарнадский В. Н., Михайловский М. В., Садовая Т. Н., Орлова Т. Н., Кузнецов С. Б. Распространенность структурального сколиоза среди школьников Новосибирска по данным компьютерной топографии. *Бюллетень сибирской медицины*. 2017; (1): 80–91. DOI: 10.20538/1682-0363-2017-1-80-91.
25. Волель Б. А., Рагимова А. А., Кузнецова И. В., Бурчаков Д. И. Современные представления о стресс-зависимых нарушениях менструального цикла. *Акушерство и гинекология*. 2016; (12): 34–40. <https://dx.doi.org/10.18565/aig.2016.12.34-40>.
26. Чеботарева Ю. Ю., Петров Ю. А. Роль стрессорных факторов в генезе олигоменореи у несовершеннолетних. *Репродуктивное здоровье детей и подростков*. 2021; 17 (4): 89–98. DOI: 10.33029/1816-2134-2021-17-4-89-98.
27. Статистические материалы ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России: «Заболеваемость детского населения России (0–14 лет)», «Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет)», «Заболеваемость детского населения России (15–17 лет)», «Общая заболеваемость детского населения России (15–17 лет)».
28. Бантьева М. Н., Маношкина Е. М., Соколовская Т. А., Матвеев Э. Н. Тенденции заболеваемости и динамика хронизации патологии у детей 0–14 лет в Российской Федерации. *Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]*. 2019; 65 (5): 10. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1105/30/lang.ru/>.
29. Приказ Федеральной службы государственной статистики от 13.11.2024 № 543 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации МЗ РФ федерального статистического наблюдения в сфере охраны здоровья».

References

- Kuchma VR, Rapoport IK, Sukhareva LM, Skobolina NA, Sedova AS, Chubarovskij VV, et al. Zdorov'e detej i podrostkov v shkol'nom ontogeneze kak osnova sovershenstvovaniya sistemy meditsinskogo obespecheniya i sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya obuchayushchikhsya. *Zdravookhranenie Rossijskoj Federatsii*. 2021; 65 (4): 325–33 (in Rus.). DOI: 10.47470/0044-197X-2021-65-4-325-333.
- Baranov AA, Albitskij VYu, Namazova-Baranova LS, Terletskaya RN. Sostoyanie zdorov'ya detej Rossijskoj Federatsii. M.: Pediatr, 2020; 116 p. (in Rus.).
- Setko IM, Setko NP. Sovremennye problemy sostoyaniya zdorov'ya shkol'nikov v usloviyakh kompleksnogo vliyaniya faktorov sredi obitaniya. *Orenburgskij meditsinskij vestnik*. 2018; 22 (2): 4–13 (in Rus.).
- Adolescent health and development in the WHO European Region: can we do better? WHO. Regional Office for Europe, 2019; 43 p.
- Inchley J, Currie D, editors. Spotlight on adolescent health and well-being. Findings from the 2017/2018 Health Behavior in School-aged Children (HBSC) survey in Europe and Canada. International report. Key findings. WHO – Copenhagen: Regional Office for Europe, 2020; 72 p.
- Marques A, Bordado J, Tesler R, Demetriou Y, Sturm DJ, de Matos MG. A composite measure of healthy lifestyle: A study from 38 countries and regions from Europe and North America, from the Health Behavior in School-Aged Children survey. *Am J Hum Biol*. 2020; 32 (6): 116–23. DOI: 10.1002/ajhb.23419.
- Terletskaya RN, Antonova EV, Vinyarskaya IV. Sostoyanie zdorov'ya rossijskikh podrostkov. *Rossiiskij pediatricheskij zhurnal*. 2023; 5 (26): 327–36 (in Rus.). DOI: 10.46563/1560-9561-2023-26-5-327-336.
- Kuchma VR, Rapoport IK, redaktory. *Fizicheskoe razvitiye i sostoyanie zdorov'ya detej i podrostkov v shkol'nom ontogeneze (longitudinal'noe issledovanie): monografiya*. M.: Nauchnaya kniga, 2021; 350 p. (in Rus.).
- Poretskova GYu, Tyazheva AA, Rapoport IK, Voronina EN. Sovremennye trendy narusheniya zdorov'ya detej shkol'nogo vozrasta g. Samary. *Nauka i innovatsii v meditsine*. 2019; 4 (1): 58–62 (in Rus.). DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-1-58-62.
- Kuchma VR, redaktor. *Gigiena detej i podrostkov. Gosudarstvennyj kontrol' v sfere obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya detskogo naseleniya v terminakh i opredeleniyakh. Bolee 250 terminov: uchebno-metodicheskoe posobie*. M.: Izdatel'stvo Sechenovskogo Universiteta, 2023; 54 p. (in Rus.).
- Rapoport IK, Tsameryan AP. Osobennosti formirovaniya nervno-psikhicheskikh rasstrojstv i narushenij zreniya u moskovskikh uchashchikhsya v protsesse obucheniya v shkole. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNISO*. 2019; (5): 20–27 (in Rus.).
- Bogomolova ES, Badeeva TV, Kotova IV, Maksimenko EO, Olyushina EA, Languiev KA. *Gigienicheskie aspekty distantsionnogo obrazovaniya obuchayushchikhsya. Voprosy shkol'noj i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2020; (3): 35–9 (in Rus.).
- Skobolina NA, Popov VI, Eremin AL, Markelova SV, Milushkina OYu, Obruchov SA, et al. Riski razvitiya boleznej glaza i ego pridatochnogo apparata u obuchayushchikhsya v usloviyakh narusheniya higienicheskikh pravil ispol'zovaniya elektronnykh ustrojstv. *Gigiena i sanitariya*. 2021; 100 (3): 279–84 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-279-284.
- Setko AG, Bulychева EV, Setko NP. Osobennosti razvitiya donozologicheskikh izmenenij v psikhicheskom i fizicheskom zdorov'e uchashchikhsya pokoleniya Z. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (4): 158–64 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.17.
- Karkashadze GA, Namazova-Baranova LS, Zakharova IN, Makarova SG, Maslova OI. Sindrom vysokikh uchebnykh nagruzok u detej shkol'nogo i podrostkovogo vozrasta. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2017; 14 (1): 7–23 (in Rus.). DOI: 10.15690/pf.v14i1.1697.
- Bosch R, Pagerols M, Rivas C, Sixto L, Bricollé L, Español-Martín G, et al. Neurodevelopmental disorders among Spanish school-age children: prevalence and sociodemographic correlates. *Psychol Med*. 2022; 52 (14): 3062–72. DOI: 10.1017/S0033291720005115. PubMed PMID: 33436129.
- Li F, Cui Y, Li Y, Guo L, Ke X, Liu J, et al. Prevalence of mental disorders in school children and adolescents in China: diagnostic data from detailed clinical assessments of 17,524 individuals. *J Child Psychol Psychiatry*. 2022; 63 (1): 34–46. DOI: 10.1111/jcpp.13445. PubMed PMID: 34019305.
- Milushkina OYu, Dubrovina EA, Grigorieva ZA, Kozyreva FU, Pivovarov YuP. Influence of modern educational environment on the neuro-mental health of school-age children. *Russian Bulletin of Hygiene*. 2023; (4): 43–51. DOI: 10.24075/rbh.2023.085.
- Martynova IN, Vinyarskaya IV, Terletskaya RN, Postnikova EV, Frolova GS. Voprosy istinnoj zabolevaemosti i rasprostranennosti ozhireniya sredi detej i podrostkov. *Rossiiskij pediatricheskij zhurnal*. 2016; 19 (1): 23–8 (in Rus.). DOI: 10.18821/1560-9561-2016-19 (1)-23-28.
- Skotnikova YuV, Arkhangelskaya AN, Burdyukova EV, Ignatov NG, Rogoznaya EV, Samusenkov OI, et al. Izbytochnaya massa tela i gipodinamiya kak faktory riska razvitiya patologii serdechno-sosudistoj sistemy u detej i podrostkov. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologij*. 2016; 23 (1): 71–4 (in Rus.).
- Maev IV, Kucheryavij YuA. Rol' psikhoeemotsional'nogo stressa v razviti i yazvennoj bolezni. *Rossiiskij zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii*. 2019; (1): 4–12 (in Rus.).
- Zhigalova PD, Karpushenko OI. Rol' stressa i adaptatsii v razviti i erozivno-yazvennykh povrezhdenij zheludochno-kishechnogo trakta. *Vestnik nauki*. 2024; 1 (80): 1118–27 (in Rus.).
- Maklakova OA, Vandyshcheva AYU, Shtina IE, Valina SL. Osobennosti formirovaniya narushenij osanki u detej v period shkol'nogo obucheniya. *Gigiena i sanitariya*. 2022; 101 (6): 655–61 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-6-655-661.
- Sarnadskij VN, Mikhajlovskij MV, Sadovaya TN, Orlova TN, Kuznetsov SB. Rasprostranennost' struktural'nogo skolioza sredi shkol'nikov Novosibirsk po dannym komp'yuternoj topografii. *Byulleten' sibirskoj meditsiny*. 2017; (1): 80–91 (in Rus.). DOI: 10.20538/1682-0363-2017-1-80-91.
- Volel BA, Ragimova AA, Kuznetsova IV, Burchakov DI. Sovremennye predstavleniya o stress-zavisimyykh narusheniyakh menstrual'nogo tsikla. *Akusherstvo i ginekologiya*. 2016; (12): 34–40 (in Rus.). <https://dx.doi.org/10.18565/aig.2016.12.34-40>.
- Chebotareva YuYu, Petrov YuA. Rol' stressornykh faktorov v geneze oligomenorei u nesovershennoletnikh. *Reproduktivnoe zdorov'e detej i podrostkov*. 2021; 17 (4): 89–98 (in Rus.). DOI: 10.33029/1816-2134-2021-17-4-89-98.
- Statisticheskie materialy FGBU "TsNII OIZ" Minzdrava Rossii: "Zabolevaemost' detskogo naseleniya Rossii (0–14 let)", "Obshchaya zabolevaemost' detskogo naseleniya Rossii (0–14 let)", "Zabolevaemost' detskogo naseleniya Rossii (15–17 let)", "Obshchaya zabolevaemost' detskogo naseleniya Rossii (15–17 let)" (in Rus.).
- Banteva MN, Manoshkina EM, Sokolovskaya TA, Matveev EN. Tendentsii zabolevaemosti i dinamika khronizatsii patologii u detej 0–14 let v Rossijskoj Federatsii. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya [setevoe izdanie]*. 2019; 65 (5): 10 (in Rus.). Available from: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1105/30/lang,ru/>.
- Prikaz Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki ot 13.11.2024 № 543 "Ob utverzhdenii formy federal'nogo statisticheskogo nablyudeniya s ukazaniyami po ee zapolneniyu dlya organizatsii MZ RF federal'nogo statisticheskogo nablyudeniya v sfere okhrany zdorov'ya" (in Rus.).

ВЕДУЩИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ ПРИ ЗАПРАВКЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ВОДОЙ

В. А. Капцов¹, Ж. В. Овечкина²✉, В. В. Королик², Ф. У. Козырева², Ю. Л. Тихонова²¹ Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Среди многочисленных профессий железнодорожной отрасли важное место занимают экипажники, заправляющие водой систему водоснабжения пассажирских вагонов, которые подвергаются сочетанному воздействию комплекса вредных производственных факторов, таких как тяжелый физический труд, неблагоприятный микроклимат, высокий уровень шума, низкая освещенность, бактериальная обсемененность кожных покровов рук и спецодежды. Целью исследования было изучить специфику условий труда экипажников и заболеваемость с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) для разработки профилактических мероприятий. В ходе исследования использовали метод «фотография рабочего дня», измерение вредных физических факторов, бактериологические методы. Установлено, что условия труда экипажников по показателю «тяжесть трудового процесса» относились к классу 3.2 (Р 2.2.2006-05). На открытых территориях и станционных путях в темное время суток уровень искусственной освещенности находился в пределах 6–8 лк при норме не менее 10 лк, что соответствовало классу 3.1. Эквивалентный уровень звука на рабочих местах экипажников составлял 88 дБА, что на 8 дБА выше предельно-допустимого уровня, и относился к классу 3.2. Оценка условий труда по биологическому фактору соответствовала классу 3.2, а общая оценка условий труда — классу 3.3. Воздействие вредных факторов труда может приводить к росту заболеваемости, что подтверждают результаты анализа среднегодовых показателей ЗВУТ экипажников за трехлетний период, которые значительно превышают общепромышленные показатели для работающих на железнодорожном транспорте (по случаям на 27,8%, по дням нетрудоспособности на 29,0%). Выполненные исследования позволили разработать ряд профилактических мероприятий.

Ключевые слова: экипажники по заправке пассажирских вагонов водой, условия труда, микроклимат, шум, освещенность, бактериальная обсемененность, заболеваемость с временной утратой трудоспособности, ЗВУТ, профилактические рекомендации

Вклад авторов: В. А. Капцов — концептуализация исследования, разработка методологии, утверждение окончательного варианта статьи; Ж. В. Овечкина — сбор материала, обработка и написание статьи; В. В. Королик — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, анализ нормативно-методических документов, Ф. У. Козырева — анализ материалов, редактирование; Ю. Л. Тихонова — статистическая обработка данных, редактирование текста; все авторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

✉ **Для корреспонденции:** Жанна Васильевна Овечкина
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117513, Россия; ovehkina555@gmail.com

Статья получена: 22.03.2026 **Статья принята к печати:** 06.08.2026 **Опубликована онлайн:** 06.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.170

Авторские права: © 2026 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/>).

KEY OCCUPATIONAL HAZARDS ASSOCIATED WITH THE WATER FILLING OF PASSENGER RAIL CARS

Kaptsov VA¹, Ovechkin ZhV²✉, Korolik VV², Kozyreva FU², Tikhonova YuL²¹ All-Russian Research Institute of Transport Hygiene of the Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, Russia² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Outfitter is one of the most important specializations among the many professions in the railway industry. Among other duties, outfitters fill the water supply systems of passenger cars, a process associated with exposure to the combined effects of a complex of hazardous industrial factors, such as heavy physical labor, an adverse microclimate, high noise levels, low lighting, and bacterial contamination of the skin of the hands and overalls. This study aimed to investigate the specifics of the working conditions of outfitters and the morbidity with temporary disability among them in order to develop preventive measures. We used the "snapshot of the working day" method, measured harmful physical factors and bacterial load. By the severity of labor, the work of the outfitters was established to belong to class 3.2 (R 2.2.2006-05). During nighttime hours, the intensity of artificial lighting in outdoor areas and on station tracks ranged from 6 to 8 lux, whereas the normative value was ≥ 10 lux; this corresponded to class 3.1. The equivalent sound level at the outfitters' workplaces was 88 dBA, which is 8 dBA higher than the maximum permissible level, which corresponded to class 3.2. By the biological factor, the working conditions belonged to class 3.2, and by the hygienic indicators — to class 3.3. Analysis of three-year average morbidity with temporary disability data indicates that specific occupational hazards increase morbidity: disability rates among outfitters were significantly higher than in the railway transport industry overall (by 27.8% in cases and 29.0% in disability days). The study enabled the development of a number of preventive measures.

Keywords: outfitters filling water tanks in passenger cars, working conditions, microclimate, noise, lighting conditions, bacterial contamination, morbidity with temporary disability, preventive recommendations

Author contribution: Kaptsov VA — study conceptualization, methodology, approval of the final version of the article; Ovechkin ZhV — data collection and processing, article authoring; Korolik VV — literature review, selection and analysis of studies, analysis of the regulatory and procedural guidelines; Kozyreva FU — data analysis, article editing; Tikhonova YuL — statistical data processing, text editing; all authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all sections of the article.

✉ **Correspondence should be addressed:** Zhanna V. Ovechkin
Ostrovityanov, 1, Moscow, 117513, Russia; ovehkina555@gmail.com

Received: 22.03.2026 **Accepted:** 06.08.2026 **Published online:** 06.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.170

Copyright: © 2026 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/>).

Главенствующая роль железнодорожного транспорта в развитии индустрии и экономики Российской Федерации неоспорима. Он обеспечивает эффективную и надежную транспортную связь между различными регионами, способствуя развитию торговли, промышленности и туризма. Одним из основных преимуществ железнодорожного транспорта является возможность перевозить большие объемы грузов на дальние расстояния. Железнодорожные пути и вагоны способны выдерживать значительные нагрузки, что делает железнодорожный транспорт идеальным для перевозки тяжелых и крупногабаритных грузов, таких как уголь, руда, нефть и строительные материалы. Железнодорожный транспорт обеспечивает доступность регионов страны для промышленных предприятий. Благодаря разветвленной сети железных дорог можно доставить грузы в самые отдаленные уголки страны. Это способствует развитию промышленности в регионах и созданию новых рабочих мест, что, в свою очередь, стимулирует экономический рост и улучшает жизнь населения. Железнодорожный транспорт также играет важную роль в туризме, обеспечивая комфортное и удобное перемещение туристов между различными городами и достопримечательностями. Благодаря железнодорожному транспорту туристы могут легко и быстро добраться до популярных мест отдыха и культурных объектов, что приносит доходы государству. Кроме того, железнодорожный транспорт является более экологически чистым способом перевозки грузов по сравнению с автомобильным транспортом. Благодаря использованию электрической энергии для движения поездов железнодорожный транспорт не выбрасывает вредные вещества в атмосферу, что способствует улучшению качества окружающей среды и здоровья населения [1–4].

В то же время условия труда на железнодорожном транспорте отличаются своей спецификой и являются тяжелыми, так как связаны с воздействием большого комплекса неблагоприятных производственных факторов [5–14], таких как непрерывность работы, работа при движении поездов, недостаточная механизация и автоматизация работ, низкая освещенность рабочих мест, интенсивный шум, опасность поражения электрическим током, психоэмоциональная напряженность.

В связи с этим весьма актуальна проблема изучения своеобразных условий труда и заболеваемости экипировщиков, заправляющих питьевой водой пассажирские вагоны поездов дальнего следования. От успеха этих работников во многом зависят бесперебойная работа пассажирских поездов, безопасность и комфорт пассажиров.

Как известно, питьевая вода играет ключевую роль в жизнедеятельности человека, в том числе в системе водоснабжения пассажирских вагонов, обеспечивающей пассажиров водой для бытовых и санитарных нужд [15–17]. Однако вода в системе может быть подвержена вторичному загрязнению из-за нарушения правил хранения и эксплуатации наливных шлангов, загрязнения внутренних поверхностей баков и разводящих трубопроводов. Это особенно актуально в летний период, так как при высокой температуре интенсивно развиваются микроорганизмы.

Необходимо отметить, что экипировщики осуществляют производственную деятельность на открытой территории при неблагоприятных микроклиматических условиях, с применением тяжелого физического труда, связанного

с перемещением вручную водозаправочных шлангов и многочисленных операций, требующих значительных физических нагрузок, а также при недостаточной искусственной освещенности в темное время суток, повышенной шумовой нагрузке и бактериальной обсемененности.

Среди многочисленных железнодорожных профессий массовая профессия экипировщика по заправке водой пассажирских вагонов продолжает оставаться мало исследованной. Комплексный анализ специфики трудовой деятельности рассматриваемой профессиональной категории и ее востребованность обусловили необходимость проведения натурных исследований вредных производственных факторов на рабочих местах.

Целью исследования было изучить специфику условий труда экипировщиков и их заболеваемость с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) для разработки профилактических мероприятий.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Изучение условий труда экипировщиков по заправке пассажирских вагонов водой (здесь и далее — «экипировщики») проводили в период с 2021 по 2025 г. на нескольких вагонных участках: вагонный участок «станция Москва-3», вагонный участок «станция Белорусская» и вагонный участок «станция Студенческая» Московской железной дороги.

Выполняли системный анализ научной литературы, гигиеническое описание, хронометраж, измерение физических факторов (уровень шума на рабочих местах измеряли с помощью шумомера Октава-111 (Октава-ЭлектронДизайн; Россия) на уровне органа слуха экипировщиков). Эквивалентный уровень звука рассчитывали по ГОСТ ISO 9612–2016 [18]. Искусственную освещенность измеряли с помощью люксметра Testo-540 (Testo SE & Co. KGaA; Германия) по ГОСТ 24940–2016 [19]. Бактериальную обсемененность кожи ладоней рук и спецодежды определяли методом «отпечатков» и «смылов» в соответствии с методическими указаниями [20]. ЗВУТ изучали методом полицевого учета в соответствии с Международной классификацией болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). При этом для каждого рабочего заполняли личную (персональную) карту, а единицей наблюдения был «круглогодовой рабочий» (работающий на предприятии не менее года). Оценку ЗВУТ проводили на Московском железнодорожном узле. Статистической обработке подвергли ЗВУТ за трехлетний период 229 круглогодовых экипировщиков, заправляющих вагоны водой, чей стаж работы в профессии был более года.

Статистическую обработку полученных результатов выполняли с использованием компьютерной программы SPSS Statistics 27 (IBM; США). Рассчитывали следующие показатели: M — среднее арифметическое, m — стандартная ошибка среднего и P — доверительный интервал.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экипировщики по заправке вагонов водой работают в две смены продолжительностью 12 ч. В обязанности экипировщика входит заправка водой пассажирских вагонов от водоразборных колонок в пунктах формирования, оборота составов и на промежуточных станциях.

Таблица 1. Производственные факторы на рабочих местах экипировщиков по заправке пассажирских вагонов водой

Производственный фактор	Нормативные значения ПДК, ПДУ	Фактическое значение	Класс условий труда (Руководство Р 2.2.2006-05 [21])
Шум (эквивалентный уровень звука), дБА	80	88 ± 0,8	3.2
Освещенность (работа на открытом воздухе в ночное время суток), лк	10	7 ± 0,1	3.1
Микроклимат (работа на открытом воздухе): – холодный период года – теплый период года	Зависят от климатической зоны		2–3.4 2-3.1
Тяжесть трудового процесса			
– физическая динамическая нагрузка за смену, кгм при перемещении груза на расстояние более 5 м (для мужчин)	до 46 000	48 000 ± 3,87	3.1
– статическая нагрузка, кгс (величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий) с участием мышц корпуса и ног (для мужчин)	до 100 000	115 000 ± 4,35	3.1
– рабочая поза (неудобная), % времени смены	до 25	26 ± 0,4	3.1
– наклоны корпуса, число за смену	до 100	120 ± 0,84	3.1
– перемещение по горизонтали (за смену), км	до 8	10 ± 0,08	3.1
Общая оценка по показателю «тяжесть трудового процесса»			3.2
Биологический фактор	отсутствует	присутствует	3.2

В пунктах формирования и оборота составов вагоны снабжают водой — как правило, на экипировочных путях, имеющих водоразводящую сеть холодной и горячей воды и необходимое количество водоразборных колонок. На промежуточных станциях снабжение водой производится на приемно-отправочных путях, где устанавливают водоразборные колонки.

Работа экипировщика предполагает подачу воды из водоразборной колонки в водяной бак пассажирского вагона с помощью соединительного шланга.

Экипировщик один конец шланга соединяет со специальным отверстием в вагоне, а другой подсоединяет к колонке и открывает вентиль колонки для поступления воды в бак вагона. Когда бак полностью заполняется водой, экипировщик закрывает вентиль колонки и отсоединяет шланг от колонки и вагона.

На отдельных станциях для каждой колонки есть свой шланг. При этом экипировщик не выполняет присоединение и отсоединение шланга от колонки. Противоположный конец шланга (который присоединяется к вагону) фиксируется на специальном приспособлении, расположенном в верхней части колонки. Это положительно оценивают с гигиенической точки зрения, так как это препятствует проникновению в воду различных загрязнителей. В большинстве случаев из-за отсутствия достаточного количества соединительных шлангов экипировщикам приходится переносить шланги на значительные расстояния между колонками. Когда рабочие тянут шланг по земле, шланг загрязняется. Средний вес шланга составляет около 20 кг, а при загрязнении и образовании наледи может достигать 30–40 кг. Поэтому перенос шланга — это тяжелая физическая нагрузка.

Результаты хронометражных исследований, проведенных в холодный период, свидетельствуют о том, что основной производственной операцией является заправка вагона водой, на которую в среднем приходится 48,4% рабочего времени. Перенос шланга занимает 6,4–8,2% рабочего времени (в среднем 7,2%). На производственные паузы в среднем приходится 26,7%.

Среднее время, затрачиваемое на обеденный перерыв, составляет 35 мин. Обеденный перерыв не нормируется и делается во время производственной паузы.

При заправке пассажирских вагонов водой экипировщики подвергаются воздействию неблагоприятных производственных факторов, таких как значительные физические нагрузки, неблагоприятный микроклимат, связанный с работой на открытой территории, повышенный шум от движения поездов, низкий уровень искусственной освещенности в темное время суток.

Учитывая специфику деятельности экипировщиков по заправке водой пассажирских вагонов и возможность бактериального загрязнения в процессе трудовой деятельности, у экипировщиков взяли отпечатки и смывы с кожной поверхности обеих ладоней рук и со спецодежды, которые позволили выявить бактерии группы кишечной палочки.

Факторы трудового процесса экипировщиков по заправке пассажирских вагонов водой представлены в табл. 1.

Общая оценка условий труда, с учетом всех вредных производственных факторов на рабочих местах экипировщиков по заправке водой пассажирских вагонов, соответствует классу 3.3 [21].

Неблагоприятные условия труда экипировщиков по заправке пассажирских вагонов водой могут способствовать развитию различных заболеваний. Анализ состояния здоровья экипировщиков выполнен на основе частоты случаев временной нетрудоспособности.

Возрастной состав данной профессиональной группы рабочих был приблизительно одинаковым (моложе 25 лет — 18,2%, 26–30 лет — 20,3%, 31–40 лет — 20,3%, 41–50 лет — 27,3%, старше 50 лет — 13,9%), за исключением группы 41–50 лет, которая была несколько более многочисленной и составляла около трети по сравнению с другими возрастными группами.

Распределение работающих по стажу было следующим: от 1 до 5 лет — 32,8%, от 6 до 10 лет — 20,7%, от 11 до 20 лет — 33,6%, от 20 до 30 лет — 12,1%, старше 30 лет — 0,8%. Среди экипировщиков, заправляющих водой пассажирские вагоны, наибольшее количество работающих имеет стаж работы 1–5 лет и 11–20 лет.

Среднегодовые показатели ЗВУТ у экипировщиков, заправляющих вагоны водой, за три года приведены в табл. 2, 3.

Как видно из табл. 2, на болезни дыхательных путей приходится наибольшая доля из всех случаев (49,5%).

Таблица 2. Удельный вес среднегодовых показателей в общей структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) у экипировщиков по заправке пассажирских вагонов водой (за три года)

Классы болезней	Случаи нетрудоспособности		Дни нетрудоспособности	
	в %	Ранг	в %	Ранг
Болезни эндокринной системы	1	IX	1,3	IX
Психические расстройства	3,1	VI	2,7	VIII
Болезни нервной системы	2,8	VII	2,9	VII
Болезни системы кровообращения	9,8	IV	10,4	IV
Болезни органов дыхания	49,5	I	34,2	I
Болезни органов пищеварения	2,4	VIII	3,5	VI
Болезни мочеполовой системы	0,8	X	1,2	X
Болезни кожи и подкожной клетчатки	14,9	II	14,9	III
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	4,9	V	4,2	V
Травмы и отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	10,8	III	24,7	II
Итого	100	–	100	–

Заболеваниям кожи и подкожной клетчатки принадлежит второе место (14,9%). За ними следуют травмы и отравления, которые занимают третье место (10,8%), и на четвертом месте находятся заболевания кровеносной системы (9,8%).

Наибольшая доля от общего числа дней нетрудоспособности приходится на болезни дыхательной системы (34,2%), за которыми следуют травмы и отравления (24,7%). Заболевания кожи и подкожной клетчатки занимают третье место (14,9%), а четвертое место принадлежит болезням кровеносной системы (10,4%).

Анализ представленных в табл. 3 показателей ЗВУТ у экипировщиков, заправляющих вагоны водой, позволил установить, что показатель случаев нетрудоспособности идентичен экстенсивным показателям по удельному весу в отношении заболеваний дыхательной системы (62,0), травм и отравлений (13,5), болезней кровеносной системы (12,2), психических расстройств (3,9), болезней нервной системы (3,5), болезней органов пищеварения (3,1).

По количеству дней нетрудоспособности первое место занимают заболевания дыхательных путей (482,1 дней), второе место принадлежит травмам и отравлениям (348,0 дней), болезни опорно-двигательного аппарата занимают третье место (210,9 дней), а четвертое — болезни кровеносной системы (146,7 дней). Наибольшая продолжительность одного случая наблюдалась по следующим классам заболеваний: травмы и отравления — 25,7 дней, заболевания мочеполовой системы — 19,0 дней, заболевания пищеварительной системы — 16,0 дней.

Результаты анализа ЗВУТ за трехлетний период свидетельствуют, что среднегодовые показатели ЗВУТ экипировщиков, заправляющих вагоны водой, превышали общеотраслевые показатели работников железнодорожного транспорта: в случаях на 27,8% (125,2 и 90,4) и в днях нетрудоспособности на 29,0% (1409,4 и 1000,6 на 100 работающих соответственно).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Экипировщики железнодорожных вагонов — это значительная и важная профессиональная группа работников

железнодорожной отрасли, которые обеспечивают комфорт и безопасность пассажиров.

Трудовую деятельность экипировщиков железнодорожных вагонов оценивают как тяжелый труд, она соответствует классу 3.2 (Р 2.2.2006-05).

В дополнение к тяжелой физической нагрузке необходимо отметить наличие на рабочих местах экипировщиков неблагоприятного микроклимата, низкой освещенности, высоких уровней шума. Исследованиями отдельных авторов установлено, что данные факторы действительно присутствуют в профессиональной деятельности основных категорий работников, занятых в железнодорожной отрасли [22, 23].

Присутствие в трудовой деятельности экипировщиков биологического фактора может приводить к снижению иммунитета и при определенных условиях вызывать развитие кишечных инфекций [24, 25].

По биологическому фактору условия труда экипировщиков по заправке вагонов водой соответствуют классу 3.2 (Р 2.2.2006-05), так как существует риск заражения при контакте с подвагонным оборудованием и поверхностью почвы, зараженными бактериями группы кишечной палочки.

С учетом всех вредных производственных факторов общая оценка условий труда экипировщиков по заправке вагонов водой соответствует классу 3.3 (Р 2.2.2006-05).

Вредные условия труда способны вызывать изменения сердечно-сосудистой и нервной систем, опорно-двигательного аппарата, они могут привести к развитию серьезных заболеваний, включая профессиональные, что подтверждают многие авторы [26–34] и о чем свидетельствуют результаты собственных исследований, позволивших установить, что среднегодовые показатели временной нетрудоспособности среди экипировщиков, заправляющих вагоны водой, значительно выше общеотраслевых показателей работающих на железнодорожном транспорте (по случаям на 27,8% и по дням нетрудоспособности на 29,0%) — в основном за счет болезней дыхательных путей, на которые приходится наибольшая доля всех случаев (49,5%), болезней кожи и подкожной клетчатки (14,9%), занимающих второе ранговое место, травм, находящихся на третьем месте (10,8%), заболеваний кровеносной системы (9,8%)

Таблица 3. Среднегодовые показатели уровней заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) у экипажников по заправке пассажирских вагонов водой за три года (на 100 работающих)

Классы болезней	Случаи нетрудоспособности	Дни нетрудоспособности	Длительность одного случая, дни
Болезни эндокринной системы	1,3	17	13
Психические расстройства	3,9	37,9	9,6
Болезни нервной системы	3,5	41,5	11,8
Болезни системы кровообращения	12,2	146,7	12
Болезни органов дыхания	62	482,1	7,7
Болезни органов пищеварения	3,1	48,9	16
Болезни мочеполовой системы	0,8	16,6	19
Болезни кожи и подкожной клетчатки	6,1	59,8	9,7
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	18,8	210,9	11,2
Травмы и отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	13,5	348	25,7
Итого	125,2	1409,4	13,6
общепрофессиональные показатели на ж.-д. транспорте (за три года)	90,4	1000,6	11,1

и болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (4,9%).

ВЫВОДЫ

Впервые применен комплексный подход для установления специфики трудовой деятельности экипажников, заправляющих водой пассажирские вагоны. Установлено, что большинство производственных факторов являются трудно устранимыми современными техническими средствами и существующей организацией труда в отрасли и связаны с тяжелой физической нагрузкой, неблагоприятным микроклиматом, низкой освещенностью, высоким шумом и бактериальной обсемененностью кожи рук и спецодежды.

Комплексная оценка условий труда на рабочих местах экипажников вагонов по заправке вагонов водой, включая все вредные производственные факторы

позволила установить, что выполняемая ими работа является тяжелой, а условия труда неблагоприятными со степенью вредности 3.3 (Р 2.2.2006-05).

Установлены высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности, значительно превышающие общепрофессиональные показатели среди работающих на железнодорожном транспорте (по случаям на 27,8%) и (по дням нетрудоспособности на 29,0%).

На основании проведенного изучения трудовой деятельности экипажников железнодорожных вагонов разработаны профилактические мероприятия по оздоровлению условий труда, охране здоровья, предупреждению заболеваний и травматизма, поддержанию профессионального долголетия за счет внедрения организационно-технических, санитарно-гигиенических мер, а также совершенствования медицинской и профилактической помощи.

Литература

- Щипачева Е. С., Баранов Д. Н. Перспективы развития железнодорожного транспорта. Матрица научных знаний. 2021; (10): 39.
- Ксенофонтова Т. Ю., Мардас А. Н., Гуляева О. А. Повышение грузо- и пассажирооборота железнодорожного транспорта, в том числе посредством субсидирования проектов комплексного развития территорий. Бюллетень результатов научных исследований. 2020; (1): 85–94. DOI:10.20295/2223-9987-2020-1-85-94.
- Куцевол Н. А., Соколова В. С. Железнодорожный транспорт с точки зрения экологии в сравнении с другими видами транспорта. E-Scio. 2020; 9 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zheleznodorozhnyy-transport-s-tochki-zreniya-ekologii-v-sravnenii-s-drugimi-vidami-transporta>.
- Петровский А. И. Факторы влияния железнодорожного транспорта на развитие региональной экономики, включая точность оценки стоимости строительства железнодорожной инфраструктуры. Отходы и ресурсы. 2023; 10 (2). DOI: 10.15862/09FAOR223. URL: <https://resources.today/PDF/09FAOR223.pdf>.
- Спирин В. Ф., Елисеева Ю. В., Пичугина Н. Н. Труд на железнодорожном транспорте: риски для взрослых работников и подростков. Медицина труда и экология человека. 2022; (1): 133–43. DOI: 10.24411/2411-3794-2022-10109.
- Самарская Н. А. Исследование особенностей условий труда работников на железнодорожном транспорте с целью разработки рекомендаций по обеспечению безопасности технологических процессов при осуществлении грузопассажирских перевозок. Охрана и экономика труда. 2018; 3 (32): 48–57.
- Кузьмин С. В., Самодурова Н. Ю. Гигиеническая оценка условий и режима труда работников железнодорожного транспорта. Гигиена и санитария. 2024; 103 (6): 541–7.
- Шевченко Д. А., Ильякина К. С. Вредные факторы на производстве ОАО РЖД. Научный Лидер. 2024; 44 (194). URL: <https://scilead.ru/article/7259-vrednie-faktori-na-proizvodstve-oao-rzhd>.
- Пичкалева С. Ю. Условия труда и обеспечение безопасности работников железнодорожного транспорта. Научное образование. 2022; (2): 126–7.
- Логинова В. А., Каськов Ю. Н., Жидкова Е. А., Гуревич К. Г., Смертина Ю. Л., Плетникова О. А. Регулирование профессионально-ассоциированных производственных воздействий на работников железнодорожного транспорта:

- опыт России и других стран. Анализ риска здоровью. 2021; (1): 173–85. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.18.
11. Holzinger B, Mayer L, Klösch G. Night today, day tomorrow: how irregular work shifts interfere with our psychological health. *Chronobiol Int*. 2021; 38 (11): 1611–7. DOI: 10.1080/07420528.2021.1937199.
 12. Иващенко Г. И., Гумбатов В. Г. Причины возникновения хронических заболеваний у работников железнодорожного транспорта. *Инновации. Наука. Образование*. 2021; (48): 1560–6.
 13. Карпова О. А., Филимонов С. Н., Колядо В. Б., Семенихин В. А., Баландович Б. А. Заболевания кожи и подкожной клетчатки у работников железнодорожного транспорта: гигиенические аспекты. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; (6): 387–91. DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-6-387-391.
 14. Landsbergis P, Johanning E, Stillo M, Jain R, Davis M. Occupational risk factors for musculoskeletal disorders among railroad maintenance-of-way workers. *Am J Ind Med*. 2020; 63 (5): 402–16. DOI: 10.1002/ajim.23099.
 15. Осетрина Д. А., Савельева Ю. К., Вольский В. В. Значение воды в жизни человека. *Молодой ученый*. 2019; 16 (254): 51–3.
 16. Кутимская М. А., Бузунова М. Ю. Роль воды в основных структурах живого организма. *Успехи современного естествознания*. 2010; (10): 43–5.
 17. Шишелова Т. И., Толстой М. Ю. Современное состояние науки о воде. *Проблемы и перспективы*. Научное обозрение. Реферативный журнал. 2016; (4): 61–80.
 18. ГОСТ ISO 9612–2016 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах».
 19. ГОСТ 24940–2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности».
 20. МУК 4.2.2942–11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях».
 21. Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29.07.2005.
 22. Судейкина Н. А. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работников вагоноремонтного производства [диссертация]. Иркутск, 2018.
 23. Косякин В. С. Совершенствование системы обеспечения безопасных условий труда работников вагонного хозяйства [диссертация]. М., 2020.
 24. Хаманов И. Г., Щетинин А. Н. Проблемы оценки риска воздействия «биологического фактора» на работников ОАО «РЖД». В сборнике: *Технические науки — от теории к практике: материалы XXX международной научно-практической конференции*. Новосибирск: СибАК, 2014; 142–150.
 25. Прокопенко Л. В., Лагутина А. В. Оценка биологического фактора на рабочих местах: вопросы и предложения. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; (12): 29–34. DOI: 10.31089/1026-9428-2018-12-29-34.
 26. Иванов С. А., Невзорова Е. В., Гулин А. В. Количественная оценка функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2017; 22 (6-2): 1535–40. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-6-1535-1540.
 27. Гутор Е. М., Жидкова Е. А., Гуревич К. Г. Факторы риска развития заболеваний у работников локомотивных бригад. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 61 (1): 43–52. DOI: 10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-52.
 28. Павлов И. М., Сарсенев А. Е., Утарова З. А. Анализ влияния вредных и опасных производственных факторов на здоровье работников железнодорожного транспорта. *Наука и образование*. 2022; (2-2): 214–22. DOI: 10.56339/2305-9397-2022-2-2-214-222.
 29. Клепиков О. В., Борейко А. Н., Куренкова Г. В. Оценка профессионального риска здоровью работающих на предприятии по ремонту железнодорожных вагонов. *Санитарный врач*. 2020; (3): 1–3. DOI: 10.33920/med-08-2003-01.
 30. Кузьмин С. В., Самодурова Н. Ю. Оценка заболеваемости с временной утратой трудоспособности и ее вероятных причин у работников железнодорожного транспорта. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНКО*. 2026; 34 (3): 30–9. DOI: 10.35627/10.35627/2219-5238/2026-34-3-30-39.
 31. Абдулаев М. А., Ким И. А., Задворная О. Л. Оценка динамики заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) у работников Российской железной дороги за 2015–2018 гг. *Головная боль и шея. Российское издание*. 2020; 8 (S2): 97–8.
 32. Вильк М. Ф., Каськов Ю. Н., Капцов В. А., Панкова В. Б. Динамика производственного риска и показателей профессиональной заболеваемости работников железнодорожного транспорта. *Медицина труда и экология человека*. 2020; 1 (21): 49–59.
 33. Вильк М. Ф., Тулушев В. Н., Капцов В. А., Панкова В. Б., Латынин Е. О. Физиолого-гигиенические особенности производственной нагрузки работников железнодорожного транспорта при современных формах вождения. *Гигиена и санитария*. 2024; 103 (7): 657–62. DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-7-657-662.
 34. Логинава В. А., Каськов Ю. Н., Онищенко Г. Г., Климова А. А. Приоритетные нозологии первичной заболеваемости работников железнодорожного транспорта и членов их семей. *Гигиена и санитария*. 2022; 101 (3): 303–10. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-3-303-310.

References

1. Shchipacheva ES, Baranov DN. Perspektivy razvitiya zheleznodorozhnogo transporta. *Matritsa nauchnykh znaniy*. 2021; (10): 39 (in Rus.).
2. Ksenofontova Tyu, Mardas AN, Gulyaeva OA. Povyshenie gruzoi-passazhirooborota zheleznodorozhnogo transporta, v tom chisle posredstvom subsidirovaniya proektov kompleksnogo razvitiya territorij. *Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy*. 2020; (1): 85–94 (in Rus.). DOI:10.20295/2223-9987-2020-1-85-94.
3. Kutsevol NA, Sokolova VS. Zheleznodorozhnyy transport s točki zreniya ekologii v sravnenii s drugimi vidami transporta. *E-Scio*. 2020; 9 (48) (in Rus.). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/zheleznodorozhnyy-transport-s-tochki-zreniya-ekologii-v-sravnenii-s-drugimi-vidami-transporta>.
4. Petrovskij AI. Faktory vliyaniya zheleznodorozhnogo transporta na razvitiye regional'noj ekonomiki, vlyuchaya tochnost' otsenki stoimosti stroitel'stva zheleznodorozhnoj infrastruktury. *Otkhody i resursy*. 2023; 10 (2) (in Rus.). DOI: 10.15862/09FAOR223. Available from: <https://resources.today/PDF/09FAOR223.pdf>.
5. Spirin VF, Eliseeva YuV, Pichugina NN. Trud na zheleznodorozhnom transporte: riski dlya vzroslykh rabotnikov i podrostkov. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2022; (1): 133–43 (in Rus.). DOI: 10.24411/2411-3794-2022-10109.
6. Samarskaya NA. Issledovanie osobennostey uslovij truda rabotnikov na zheleznodorozhnom transporte s tsel'yu razrabotki rekomendatsij po obespecheniyu bezopasnosti tekhnologicheskikh protsessov pri osushchestvlenii gruzopassazhirskikh perevozok. *Okhrana i ekonomika truda*. 2018; 3 (32): 48–57 (in Rus.).
7. Kuzmin SV, Samodurova NYu. Gigenicheskaya otsenka uslovij i rezhima truda rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta. *Gigiena i sanitariya*. 2024; 103 (6): 541–7 (in Rus.).
8. Shevchenko DA, Ilyaskina KS. Vrednye faktory na proizvodstve OAO RZhD. *Nauchnyy Lider*. 2024; 44 (194) (in Rus.). Available from: <https://scilead.ru/article/7259-vrednie-faktori-na-proizvodstve-oao-rzhd>.
9. Pichkaleva SYu. Usloviya truda i obespechenie bezopasnosti rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta. *Nauchnoe obrazovanie*. 2022; (2): 126–7 (in Rus.).
10. Loginova VA, Kaskov YuN, Zhidkova EA, Gurevich KG, Smertina YuL, Pletnikova OA. Regulirovanie professional'no-assotsiirovannykh proizvodstvennykh vozdeystviy na rabotnikov

- zheleznodorozhnogo transporta: opyt Rossii i drugih stran. Analiz riska zdorov'yu. 2021; (1): 173–85 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.18.
11. Holzinger B, Mayer L, Klösch G. Night today, day tomorrow: how irregular work shifts interfere with our psychological health. *Chronobiol Int.* 2021; 38 (11): 1611–7. DOI: 10.1080/07420528.2021.1937199.
 12. Ivashchenko GI, Gumbatov VG. Prichiny vozniknoveniya khronicheskikh zabolevaniy u rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta. *Innovatsii. Nauka. Obrazovanie.* 2021; (48): 1560–6 (in Rus.).
 13. Karpova OA, Filimonov SN, Kolyado VB, Semenikhin VA, Balandovich BA. Zabolevaniya kozhi i podkozhnoj kletchatki u rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta: gigienicheskie aspekty. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2020; (6): 387–91 (in Rus.). DOI: 10.31089/1026-9428-2020-60-6-387-391.
 14. Landsbergis P, Johanning E, Stillo M, Jain R, Davis M. Occupational risk factors for musculoskeletal disorders among railroad maintenance-of-way workers. *Am J Ind Med.* 2020; 63 (5): 402–16. DOI: 10.1002/ajim.23099.
 15. Osetrina DA, Saveleva YuK, Volskij VV. Znachenie vody v zhizni cheloveka. *Molodoy uchenyy.* 2019; 16 (254): 51–3 (in Rus.).
 16. Kutimskaya MA, Buzunova MYu. Rol' vody v osnovnykh strukturalnykh zhivogo organizma. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya.* 2010; (10): 43–5 (in Rus.).
 17. Shishelova TI, Tolstoj MYu. Sovremennoe sostoyanie nauki o vode. Problemy i perspektivy. *Nauchnoe obozrenie. Referativnyy zhurnal.* 2016; (4): 61–80 (in Rus.).
 18. GOST ISO 9612–2016 "Akustika. Izmereniya shuma dlya otsenki ego vozdeystviya na cheloveka. Metod izmereniy na rabochikh mestakh".
 19. GOST 24940–2016 "Zdaniya i sooruzheniya. Metody izmereniya osveshchennosti".
 20. MUK 4.2.2942-11 "Metody sanitarno-bakteriologicheskikh issledovaniy ob"ektov okruzhayushchej sredy, vozdukh i kontrolya steril'nosti v lechebnykh organizatsiyakh".
 21. R 2.2.2006–05 "Rukovodstvo po gigienicheskoj otsenke faktorov rabochej sredy i trudovogo protsessa. Kriterii i klassifikatsiya uslovij truda". Utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossijskoj Federatsii 29.07.2005.
 22. Sudejkina NA. Gigienicheskaya otsenka uslovij truda i sostoyanie zdorov'ya rabotnikov vagonoremontnogo proizvodstva [dissertatsiya]. Irkutsk, 2018 (in Rus.).
 23. Kosyakin VS. Sovershenstvovanie sistemy obespecheniya bezopasnykh uslovij truda rabotnikov vagonnogo khozyajstva [dissertatsiya]. M., 2020 (in Rus.).
 24. Khamanov IG, Shchetinin AN. Problemy otsenki riska vozdeystviya "biologicheskogo faktora" na rabotnikov OAO "RZhD". V sbornike: *Tekhnicheskie nauki — ot teorii k ppaktike: materialy XXX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii.* Novosibirsk: SibAK, 2014; 142–150 (in Rus.).
 25. Prokopenko LV, Lagutina AV. Otsenka biologicheskogo faktora na rabochikh mestakh: voprosy i predlozheniya. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2018; (12): 29–34 (in Rus.). DOI: 10.31089/1026-9428-2018-12-29-34.
 26. Ivanov SA, Nevzorova EV, Gulim AV. Kolichestvennaya otsenka funktsional'nykh vozmozhnostej serdechno-sosudistoj sistemy. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki.* 2017; 22 (6-2): 1535–40 (in Rus.). DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-6-1535-1540.
 27. Gutor EM, Zhidkova EA, Gurevich KG. Faktory riska razvitiya zabolevaniy u rabotnikov lokomotivnykh brigad. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2022; 61 (1): 43–52 (in Rus.). DOI: 10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-52.
 28. Pavlov IM, Sarsenov AE, Utarova ZA. Analiz vliyaniya vrednykh i opasnykh proizvodstvennykh faktorov na zdorov'e rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta. *Nauka i obrazovanie.* 2022; (2-2): 214–22 (in Rus.). DOI: 10.56339/2305-9397-2022-2-2-214-222.
 29. Klepikov OV, Borejko AN, Kurenkova GV. Otsenka professional'nogo riska zdorov'yu rabotayushchikh na predpriyatii po remontu zheleznodorozhnykh vagonov. *Sanitarnyy vrach.* 2020; (3): 1–3 (in Rus.). DOI: 10.33920/med-08-2003-01.
 30. Kuzmin SV, Samodurova NYu. Otsenka zabolevaemosti s vremennoj utratoy trudosposobnosti i ee veroyatnykh prichin u rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNiSO.* 2026; 34 (3): 30–9 (in Rus.). DOI: 10.35627/10.35627/2219-5238/2026-34-3-30-39.
 31. Abdulaev MA, Kim IA, Zadornaya OL. Otsenka dinamiki zabolevaemosti s vremennoj utratoy trudosposobnosti (ZVUT) u rabotnikov Rossijskoj zheleznoj dorogi za 2015–2018 gg. *Golovnaya bol' i sheya. Rossijskoe izdanie.* 2020; 8 (S2): 97–8 (in Rus.).
 32. Vilk MF, Kaskov YuN, Kaptsov VA, Pankova VB. Dinamika proizvodstvennogo riska i pokazatelej professional'noj zabolevaemosti rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta. *Meditcina truda i ekologiya cheloveka.* 2020; 1 (21): 49–59 (in Rus.).
 33. Vilk MF, Tulushev VN, Kaptsov VA, Pankova VB, Latynin EO. Fiziologo-gigienicheskie osobennosti proizvodstvennoj nagruzki rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta pri sovremennykh formakh vozhdeniya. *Gigiena i sanitariya.* 2024; 103 (7): 657–62 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-7-657-662.
 34. Loginova VA, Kaskov YuN, Onishchenko GG, Klimova AA. Prioritetnye nozologii pervichnoj zabolevaemosti rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta i chlenov ikh semej. *Gigiena i sanitariya.* 2022; 101 (3): 303–10 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-3-303-310.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБОСНОВАНИЮ НОРМАТИВОВ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОД И ПОЧВЫ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ НА БИОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ *Danio rerio*

Н. В. Зайцева, М. А. Землянова, Д. М. Каменских , Е. В. Пескова

Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Пермь, Россия

В настоящее время загрязнение объектов среды обитания химическими веществами представляет собой одну из значимых гигиенических проблем. В условиях интенсификации и модернизации дорожно-транспортного комплекса и промышленного производства актуальным является развитие методологии гигиенического нормирования, основанной на экспериментальных исследованиях. Традиционное использование в качестве биологической модели мелких грызунов (крыс, мышей) имеет ряд этических, методологических и экономических ограничений, что обуславливает необходимость поиска и внедрения альтернативных биологических моделей в исследовательскую практику. Целью работы было обосновать унифицированный методический подход к установлению нормативов качества и безопасности различных видов вод, кроме технической, и почвы населенных мест на биологической модели *Danio rerio* (Hamilton, 1822). Представленная методика, интегрирующая существующие международные и национальные стандарты, подтверждает возможность применения *D. rerio* в качестве валидной и высокоинформативной тест-системы в биомедицинских исследованиях. Подход предполагает оперативное (1–1,5 месяца), достоверное, финансово малозатратное, гуманное получение результатов, что необходимо для научного обоснования критериев безопасности и гигиенического нормирования.

Ключевые слова: нормирование, безопасность, химические вещества, вода, почва, *Danio rerio*, острая токсичность, хроническая токсичность, отдаленные эффекты

Вклад авторов: Н. В. Зайцева — концепция, дизайн исследования; М. А. Землянова — дизайн исследования, редактирование текста статьи; Д. М. Каменских, Е. В. Пескова — написание текста статьи.

✉ **Для корреспонденции:** Дарья Михайловна Каменских
ул. Монастырская, д. 82, г. Пермь, 614045, Россия; teterina@fcrisk.ru

Статья получена: 10.07.2026 **Статья принята к печати:** 07.08.2026 **Опубликована онлайн:** 07.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.171

Авторские права: © 2026 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/>).

METHODOLOGICAL APPROACHES TO SUBSTANTIATING QUALITY AND SAFETY STANDARDS FOR VARIOUS TYPES OF WATER AND SOIL IN POPULATED AREAS USING THE *DANIO RERIO* BIOLOGICAL MODEL

Zaitseva NV, Zemlyanova MA, Kamenskikh DM , Peskova EV

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies of the Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Perm, Russia

Today, environmental pollution with chemicals represents one urgent hygienic problem. In the context of intensification and modernization of the road transport complex and industrial production the development of methodology for hygienic rationing based on experimental research is relevant. The conventional use of small rodents (rats, mice) as biological models has a number of ethical, methodological and economic limitations, which necessitates the search for and implementation of alternative biological models in research practice. Our aim was to substantiate a unified methodological approach to establishing quality and safety standards for various types of water, except for technical water, and soil in populated areas using the *Danio rerio* (Hamilton, 1822) biological model. The reported method integrating existing international and national standards, confirms the possibility of using *D. rerio* as a valid and highly informative test system in biomedical research. The approach assumes prompt (1–1.5 months), reliable, cost-effective, humane yielding of results, which is necessary for the scientific substantiation of safety criteria and hygienic standards.

Keywords: rationing, safety, chemicals, water, soil, *Danio rerio*, acute toxicity, chronic toxicity, long-term effects

Author contribution: Zaitseva NV — study concept and design; Zemlyanova MA — study design, manuscript editing; Kamenskikh DM, Peskova EV — manuscript writing.

✉ **Correspondence should be addressed:** Daria M. Kamenskikh
Monastyrskaya, 82, Perm, 614045, Russia; teterina@fcrisk.ru

Received: 10.07.2026 **Accepted:** 07.08.2026 **Published online:** 07.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.171

Copyright: © 2026 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/>).

Проблема гигиенического нормирования новых химических соединений

Загрязнение объектов среды обитания (воды, почвы, атмосферного воздуха) представляет собой одну из значимых гигиенических проблем. Интенсификация и модернизация дорожно-транспортного комплекса, а также расширение промышленного производства обуславливают поступление в объекты среды обитания новых химических соединений в составе компонентов выбросов и сбросов. Для большинства

таких веществ отсутствуют экспериментально верифицированные предельно допустимые концентрации (ПДК) и референтные дозы хронического перорального поступления (RfD). Реально присутствующие в объектах среды обитания новые поллютанты могут отрицательно влиять на здоровье экспонируемого населения. В связи с этим обоснование нормативов качества (ПДК) и безопасности (RfD) новых химических соединений является важным аспектом обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Обоснование ПДК и RfD новых веществ базируется на строго регламентированных подходах к экспериментальным исследованиям, учитывающих острые, хронические и отдаленные эффекты действия токсикантов. Данный подход позволяет определить общие закономерности токсичности соединений, специфические проявления при длительном воздействии, установить наименьшую эффективную (LOEC) и неэффективную концентрацию (NOEC). Традиционно такие исследования проводят с применением в качестве биологических моделей теплокровных животных, включая мелких грызунов (крысы, мыши) [1, 2]. Несмотря на доказанную эффективность и широкое применение в научных исследованиях, их использование сопряжено с рядом ограничений. Этический аспект сводится к необходимости обоснования размера выборки и соответствия требованиям гуманности исследований, обусловленной проведением инвазивных процедур, хирургических вмешательств и пролонгированного болевого воздействия на лабораторных животных. Существенную сложность представляет экстраполяция данных, полученных в экспериментах на мелких грызунах, на организм человека, связанная с выраженными межвидовыми метаболическими и анатомо-физиологическими различиями. Дополнительным ограничением являются значительные затраты на содержание лабораторных животных в условиях специализированных вивариев. Указанные сложности подчеркивают необходимость поиска и внедрения в исследовательскую практику валидной и высокоинформативной биологической модели, характеризующейся высоким уровнем генетической и физиологической гомологии с человеком, экономической доступностью и соответствием этическим требованиям. В данном контексте тропическую пресноводную рыбу *Danio rerio* (Hamilton, 1822) рассматривают как один из наиболее перспективных модельных организмов благодаря совокупности биологических, генетических и методологических преимуществ. Полное секвенирование генома *D. rerio* выявило значительное сходство его генетической структуры с человеческой: 70% генов человека имеют ортологи у *D. rerio* и 82% генов *D. rerio* ассоциированы с заболеваниями человека, что обуславливает сопоставимость ключевых биохимических и физиологических процессов [3–5]. Доступность проведения разноплановых экспериментальных исследований в рамках единой биологической системы обеспечивает дифференцированную оценку различных видов токсических эффектов (летальных и сублетальных). При тестировании на биологической модели *D. rerio* действия токсикантов существует возможность моделирования условий реальной комплексной экспозиции, обусловленной поступлением веществ из объектов среды обитания (вода, почва, воздух). Этот подход отражает одновременное поступление химических веществ в организм человека тремя путями: пероральным, чрескожным и ингаляционным. Сходство метаболического профиля взрослых особей *D. rerio* и человека (способность абсорбировать, окислять и экскретировать метаболиты токсикантов) обуславливает возможность эффективной экстраполяции результатов на организм человека [6, 7]. Наряду с биологическими и генетическими преимуществами, применение *D. rerio* в экспериментах в полной мере соответствует положениям концепции 3R (Replacement — замена, Reduction — сокращение, Refinement — усовершенствование), являющимся

фундаментальными при проведении экспериментальных исследований [8]. Замена теплокровных животных (мелких грызунов) на рыб позволяет значительно уменьшить объем экспериментов на млекопитающих, что одновременно уменьшает этическую нагрузку на исследования и снижает материально-технические затраты, связанные с приобретением, содержанием и утилизацией лабораторных особей. Высокая репродуктивная способность и быстрый жизненный цикл обеспечивают высокую статистическую значимость и оперативность получения результатов (1–1,5 месяца), обеспечивая соблюдение принципа сокращения [9]. Принцип усовершенствования реализуется через оптимизацию методик и условий эксперимента, направленную на минимизацию или полное исключение болевых и стрессовых воздействий. Экстракорпоральное развитие и оптическая прозрачность эмбрионов *D. rerio* обеспечивают возможность неинвазивного мониторинга морфогенеза в реальном времени, а введение химических веществ осуществляется простым добавлением в водную среду, что исключает инъекционные манипуляции [10, 11].

Модель *D. rerio* является высокочувствительным и методически доступным инструментом для изучения токсичности новых химических веществ как в остром, так и в хроническом экспериментах, что обуславливает ее значимость для современных гигиенических исследований [12–14]. Применение *D. rerio* в экспериментах регламентируется международными руководствами (OECD) и национальными стандартами (ГОСТ). Они унифицируют ключевые параметры тестирования, такие как продолжительность экспозиции, контролируемые условия среды, стадии развития рыб и критерии оценки исходов. При этом отсутствует единая этапная методология исследования, так как существующие подходы к нормированию используют различные экспериментальные протоколы, что может приводить к расхождению результатов, снижению объективности и качества обоснования ПДК и RfD.

Целью работы было представить научно-методическое обоснование единого интегрального подхода к установлению предельно допустимых концентраций и референтных доз хронического перорального поступления химических веществ на биологической модели *D. rerio*.

Концепция интегрального методического подхода к обоснованию нормативов качества и безопасности новых химических соединений

Интегральный методический подход к обоснованию нормативов качества и безопасности различных видов вод и почвы на биологической модели *D. rerio* представляет собой многоуровневый алгоритм. В его рамках последовательно реализуют подготовительный этап, проводят экспериментальные исследования, предполагающие определение параметров острой, хронической токсичности, а также отсроченных эффектов, в том числе тератогенных, мутагенных и репротоксических при длительной экспозиции, установление наименьшей эффективной (LOEC) и неэффективной (NOEC) концентраций для *D. rerio* для обоснования ПДК химических веществ в воде и почве и RfD для человека при хроническом пероральном поступлении (рис.).

Интегральный методический подход к установлению ПДК и RfD основывается на международных методиках и национальных стандартах: ГОСТ 32428—2013 [15], ГОСТ 32473—2013 [16], ГОСТ 32538—2013 [17], ГОСТ 32541—2013 [18], ГОСТ 33774—2016 [19], ГОСТ 32368—2013

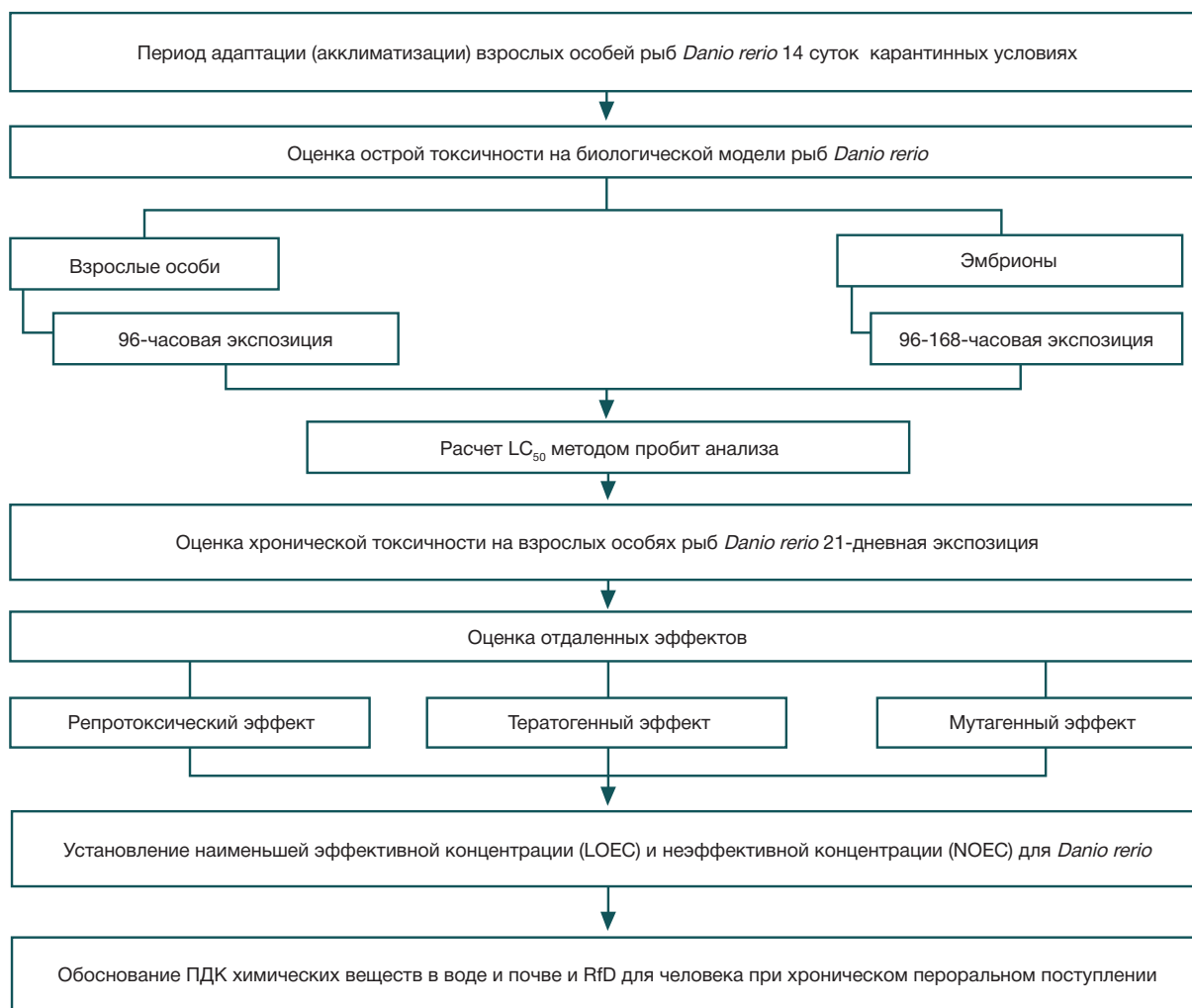


Рис. Интегральный методический подход к обоснованию нормативов качества и безопасности различных видов вод и почвы населенных мест на биологической модели *Danio rerio*

[20], OECD Test Guideline No. 229 [21], OECD Test Guideline No. 425 [22], OECD Test Guideline No. 203 [23], OECD Test Guideline No. 236 [11], OECD Test Guideline No. 210 [24].

Подготовку проб (воды, почвы) реализуют в соответствии с положениями действующих национальных стандартов. Образцы почвы отбирают в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01—83 [25] и ГОСТ 17.4.4.02—84 [26] в зависимости от изучаемого вещества. При выделении химических веществ из почвы применяются стандартизированные экстракционные процедуры (например, получение водных вытяжек или экстракция органическими растворителями) [27]. При этом критически важными параметрами являются соотношение твердой и жидкой фаз, продолжительность и температурный режим экстракции. Отбор проб воды проводится в соответствии с ГОСТ Р 59024—2020 [28], регламентирующим локализацию точек отбора с учетом гидрологических характеристик водоема или водотока и потенциального влияния источников загрязнения. Выделение изучаемых химических веществ из водной среды реализуют с применением сорбционных (например, твердофазной экстракции) либо жидкостно-жидкостных экстракционных методик, подбор которых определяется концентрационным уровнем. Особое внимание уделяют предотвращению потерь летучих соединений за счет контроля температурного режима.

Статистическую обработку результатов экспериментальных исследований выполняют с учетом характера

распределения массива данных, оцененного с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. При соответствии случайных величин анализируемых показателей нормальному закону распределения используют параметрические статистические методы с расчетом следующих характеристик: среднее значение (M); ошибка репрезентативности (m), t -критерий Стьюдента при оценке статистической значимости межгрупповых различий ($p \leq 0,05$), критерий Фишера ($F > 3,96$) при оценке разницы дисперсий и коэффициент детерминации (R^2).

Моделирование и оценка острой токсичности на разных стадиях онтогенеза *Danio rerio*

Единый интегральный подход реализуют с подготовительного этапа. Рыб *D. rerio* содержат в карантинных условиях в течение 14 дней, на протяжении которых осуществляют ежедневный контроль гидрохимических параметров воды и состояния здоровья лабораторных животных в соответствии с ГОСТ 32473—2013 [16]. По окончании 14 дней проводят рандомизированный отбор здоровых половозрелых особей для формирования репрезентативных выборок, обеспечивающих статистическую значимость результатов. Критериями включения служат отсутствие внешних признаков заболеваний (повреждения плавников, помутнения роговицы, изменения окраски, ерошения чешуи), адекватная реакция на внешние раздражители

и отсутствие аномалий двигательной активности. Такой отбор обеспечивает минимизацию ложноположительных результатов, связанных с исходной неоднородностью экспериментальных групп.

После завершения периода адаптации реализуют первый этап исследования, согласно стандартизированным протоколам (OECD Test Guideline No. 203 [23] и ГОСТ 32473—2013 [16]). Исследование продолжается в течение 96 часов (взрослые особи и эмбрионы) с пролонгацией до 168 ч (для эмбрионов) для определения острых токсических эффектов. Выбор исследуемых концентраций веществ регламентирован указанными стандартами и основан на тестировании для определения диапазона концентраций. Он необходим для идентификации порога чувствительности и максимально возможной концентрации вещества при его однократном введении с целью исключения развития негативных эффектов, обусловленных неспецифическими факторами. При получении соответствующего диапазона экспозиция проводится с использованием как минимум пяти концентраций, составляющих геометрическую прогрессию со знаменателем не более 2,2.

Взрослые особи подвергаются действию токсикантов в полустатистическом режиме при контролируемых условиях в соответствии с ГОСТ 32473—2013 [16]. Регистрацию исходов осуществляют визуально через 3, 6, 24, 48, 72 и 96 ч от начала эксперимента. Фиксируют число погибших особей, время наступления гибели, визуально наблюдаемые аномалии поведения и признаки интоксикации. Достоверность полученных результатов подтверждается низким уровнем смертности в контрольной группе (менее 10%), соблюдением постоянных условий эксперимента и поддержанием оптимальных исследуемых концентраций на протяжении всего периода экспозиции в соответствии с ГОСТ 32473—2013 [16].

Источником эмбрионов, необходимых для оценки острой токсичности химических веществ, служит интактное родительское стадо. Процедура проведения нереста соответствует ГОСТ 32541—2013 [18]. Полученную икру обрабатывают раствором метиленового синего для профилактики грибкового и бактериального заражения. Затем проводят визуальный контроль для оценки качества икры и удаления неоплодотворенных и поврежденных экземпляров. Критерии отбора жизнеспособной оплодотворенной икры соответствуют ГОСТ 33774—2016 [19] и включают в себя прозрачность хориона, наличие перивителлинового пространства между стенкой икры и эмбрионом, начало дробления (стадия 4–64 бластомеров) и отсутствие признаков коагуляции. Согласно указанному стандарту, жизнеспособную икру на стадии раннего дробления переносят пластиковыми стерильными пипетками в 24-луночные планшеты для культивирования и распределения на экспериментальные группы.

Диапазон тестируемых концентраций определяется OECD Test Guideline No. 236 [11]. Проводят предварительное тестирование для обоснования диапазона концентраций, аналогичное таковому при оценке острой токсичности на взрослых особях *D. rerio*.

Оценку гибели эмбрионов осуществляют ежедневно в одно и то же время (каждые 24 ч) с помощью инвертированного микроскопа. Показатели регистрируют в абсолютных и относительных единицах по наличию коагуляции эмбриона, неотделению хвостовой части от желточного мешка, отсутствию формирования сомитов и сердцебиения. Обнаружение любого из перечисленных

признаков свидетельствует о гибели эмбриона. Дополнительно, начиная с 48 ч экспозиции, регистрируют уровень вылупления (количество свободноплавающих личинок) в экспериментальных группах. Результаты эксперимента считают достоверными при условии, что общий уровень оплодотворенной икры в партии составляет не менее 70%, уровень вылупления и выживаемость эмбрионов в отрицательном контроле по окончании 96-часовой экспозиции превышает 80%, температура при инкубации планшетов поддерживается на уровне 26 ± 1 °C, pH тестируемых растворов находится в пределах $7,5 \pm 0,5$ в соответствии с ГОСТ 33774—2016 [19]. Углубленную оценку токсического действия химических соединений на ранних стадиях онтогенеза *D. rerio* выполняют в условиях пролонгированного острого эксперимента (до 168 ч) в соответствии с методическими рекомендациями по оценке токсичности на ранней стадии жизни рыб [19]. Данный подход позволяет зарегистрировать острые летальные и сублетальные (отсроченные) эффекты у эмбрионов, предличинок и личинок (стадия перехода к экзогенному питанию и активному плаванию).

По завершении экспозиции на основе результатов оценки зависимости «концентрация-эффект (летальность)» выполняют расчет средней смертельной концентрации (LC_{50}) для взрослых особей и эмбрионов методом пробит-анализа [29], что позволяет обосновать выбор концентраций для последующих экспериментов по оценке хронической токсичности. В случае отсутствия летальности в качестве значения LC_{50} принимают наибольшую протестированную концентрацию.

Моделирование и оценка хронической токсичности и отдаленных последствий действия химических веществ

Оценку хронической токсичности реализуют в рамках второго этапа исследования. Концентрации тестируемых веществ определяют на основании полученных значений средней смертельной концентрации (LC_{50}). В соответствии с ГОСТ 32538—2013 [17] выбирают как минимум две концентрации исследуемых веществ, составляющие $1/100 LC_{50}$ и $1/1000 LC_{50}$. Рыбы *D. rerio* подвергаются 21-дневной экспозиции в соответствии с методическими рекомендациями [30] с учетом видоспецифичных особенностей *D. rerio* и ГОСТ 32428—2013 [15]. Каждые 24 ч от начала эксперимента проводят наблюдение за состоянием рыб с регистрацией показателей, регламентированных государственным стандартом. Фиксируют число погибших особей, время наступления гибели, визуально наблюдаемые аномалии поведения и признаки интоксикации.

Оценка отдаленных последствий действия токсикантов заключается в исследовании репротоксических, мутагенных и тератогенных эффектов. Выбор тестируемых концентраций аналогичен таковому при оценке хронической токсичности.

Исследование токсического действия соединений на репродуктивный потенциал рыб проводят в соответствии с регламентированной методикой [21]. Оценка основывается на качественных и количественных показателях функционального состояния репродуктивной функции *D. rerio* согласно ГОСТ 32368—2013 [20].

Количественные показатели оцениваются после проведения нереста. Процедура нереста и обработки икры соответствует требованиям ГОСТ 32541—2013

[18]. После сбора икры проводят визуальный осмотр для контроля качества и подсчет общего количества оплодотворенных и неоплодотворенных экземпляров в абсолютных и относительных единицах (абс./%). Критериями жизнеспособной оплодотворенной икры служат прозрачность хориона, наличие перивителлинового пространства между стенкой икры и эмбрионом, начало дробления (стадия 4–64 бластомеров) и отсутствие признаков коагуляции. Неоплодотворенные и поврежденные экземпляры после подсчета удаляют.

Жизнеспособную икру используют для оценки тератогенного действия в соответствии с OECD Test Guideline No. 236 [11], ГОСТ 33774—2016 [19] и ГОСТ 32541—2013 [18]. Продолжительность исследования составляет 168 ч (7 суток), эмбрионы и личинки не подвергаются негативному воздействию.

Каждые 24 ч с помощью инвертированного микроскопа регистрируют летальные эффекты по критериям, указанным в ГОСТ 33774—2016 [19] и ГОСТ 32541—2013 [18]: коагуляцию (опалесценцию, помутнение) эмбриона, отсутствие формирования сомитов (нарушение сегментации), неотделение хвостовой части от желточного мешка, отсутствие сердцебиения. Обнаружение любого из перечисленных признаков свидетельствует о гибели эмбриона. Дополнительно, начиная с 48 ч экспозиции, регистрируют уровень вылупления (количество свободноплавающих личинок). Сублетальные эффекты, свидетельствующие о наличии тератогенного эффекта, оценивают по следующим критериям: наличие деформации хорды и хвостового отдела; задержка вылупления (начиная с 48 ч); ранняя постэмбриональная (после вылупления) летальность; образование постэмбриональных отеков. Дополнительно оценивают наличие у конкретных эмбрионов комбинаций морфологических аномалий. Критериями нормального развития предличинки контрольной группы являются полная или практически полная резорбция желточного мешка, наполненность плавательного пузыря, активная локомоция, отсутствие признаков дистресса.

Результаты эксперимента считают достоверными при соблюдении условий валидности: общий уровень оплодотворения в собранной партии икры составляет не менее 70%, а выживаемость эмбрионов и уровень вылупления в отрицательном контроле по окончании 96-часовой экспозиции — не менее 80%.

После завершения 96-часового периода регистрации летальных эффектов наблюдения за выжившими предличинками пролонгируют до 168 ч (7 суток) в соответствии с ГОСТ 32541—2013. Метод позволяет комплексно оценить летальные и сублетальные эффекты. Условия содержания остаются неизменными. Летальные эффекты оценивают ежедневно (каждые 24 ч) с помощью инвертированного микроскопа по вышеописанным критериям. Оценку тератогенных эффектов завершают по достижении 168 ч (7 суток).

После проведения нереста рыб подвергают эвтаназии для дальнейшей оценки морфологических изменений. В соответствии с международными рекомендациями по эвтаназии лабораторных животных применяемые способы должны обеспечивать быструю и необратимую смерть с минимизацией болевых ощущений и психоэмоционального стресса у животных [31]. В связи с этим используют анестезирующее вещество — эвгенол (гвоздичное масло), — предварительно растворенное в 96%-м этиловом спирте в объемном соотношении 1 : 9

(1 см³ эвгенола на 9 см³ спирта). Полученный раствор вносят в воду постепенно (1 см³ каждые 10 минут) до достижения глубокой анестезии. Критериями наступления гибели служат остановка двигательной активности жаберной крышки и отсутствие реакции на внешние раздражители. После рыб осушают фильтровальной бумагой, взвешивают с точностью до 0,1 г. Полученные образцы маркируют. Проводят анализ гонадальной гистопатологии (выявление структурных нарушений в тканях яичников и семенников). Подготовку гистологических препаратов осуществляют традиционными методами.

Исследование и оценку мутагенного эффекта химических веществ проводят с помощью микроядерного теста в соответствии с Руководством (международным стандартом) ISO 21427-1:2006 [32], являющимся общепринятой методологией для оценки генотоксичности водной среды, в том числе с использованием рыб в качестве тест-объектов. После 21-дневной экспозиции особи рыб подвергают эвтаназии вышеуказанным способом. Кровь отбирают из хвостовой артерии путем ампутации хвостового стебля дистальнее анального плавника. Одну каплю крови (5–10 мкл) немедленно наносят на чистое обезжиренное предметное стекло и распределяют ровным слоем. Мазки фиксируют и высушивают на воздухе при комнатной температуре. Фиксированные мазки окрашивают по методу Май–Грюнвальда–Гимза. В каждой мазке проводят микроскопию эритроцитов с использованием иммерсионного объектива.

На основании результатов оценки хронической токсичности устанавливают наименьшую эффективную концентрацию (LOEC) и неэффективную концентрацию (NOEC) химических веществ. Эти параметры используют для последующего обоснования ПДК в воде и почве и RfD для человека при хроническом пероральном поступлении.

Преимущества внедрения интегрального подхода в практику гигиенического нормирования

Представленная методика, интегрирующая в единый алгоритм существующие подходы к оценке острой и хронической токсичности на биологической модели *D. rerio*, позволяет использовать разные стадии развития модельного организма (взрослые особи и эмбрионы). Методически это отличается от аналогичной работы [33], в которой токсические свойства оценивали только на эмбриональной стадии. Одновременное использование модельных организмов на разных этапах развития позволяет реализовать комплексный подход к изучению патогенетических механизмов негативного действия изучаемых химических веществ и подтвердить гигиеническую гипотезу о специфической чувствительности живых систем в зависимости от стадии развития [13, 14].

С гигиенической точки зрения критически важным этапом является пролонгация экспозиционного периода до 168 ч. Данный шаг позволяет зафиксировать отсроченные негативные эффекты токсикантов, не выявляемые в рамках стандартного 96-часового биотестирования. Этот факт полностью согласуется с выводами, что сокращенные протоколы токсикологических испытаний могут существенно недооценивать реальную опасность соединений, с высоким кумулятивным потенциалом [34]. Представленная поэтапная схема позволяет повысить точность и объективность устанавливаемых доз и недействующих концентраций новых химических

веществ при хроническом пероральном поступлении в организм человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрено применение пресноводной рыбы *Danio rerio* (Hamilton, 1822) в качестве высокоинформативного, валидного модельного организма при проведении экспериментальных исследований для обоснования

нормативов качества и безопасности различных видов вод, кроме технической, и почвы населенных мест. Интегральный подход, реализующий краткосрочные и долгосрочные исследования в едином дизайне эксперимента, позволяет с высокой степенью достоверности устанавливать количественные параметры, необходимые для расчетов предельно допустимых концентраций и референтных доз хронического перорального поступления химических соединений в организм человека

Литература

1. Гайдай Е. А., Гайдай Д. С. Генетическое разнообразие экспериментальных мышей и крыс: история возникновения, способы получения и контроля. Лабораторные животные для научных исследований. 2019; (4): 78–85. DOI: 10.29296/2618723X-2019-04-09.
2. Rydell-Törmänen K, Johnson JR. The applicability of mouse models to the study of human disease. *Methods Mol Biol.* 2019; 1940: 3–22. DOI: 10.1007/978-1-4939-9086-3_1.
3. Качанов Д. А., Лакеевков Н. М., Левикин К. Е., Блаженко А. А., Лапкина Г. Я., Багатурия Г. О. и др. *Danio rerio* (zebrafish) как универсальный модельный объект в доклинических исследованиях. *Forcipse.* 2018; 1 (1): 49–54.
4. Лашенкова Л. И., Перфилова В. Н., Снигур Г. Л., Калугев А. В. Использование рыб зебраданио (*Zebrafish*) в качестве модельных объектов для изучения возраст-ассоциированных заболеваний (обзор). *Научные результаты биомедицинских исследований.* 2025; 11 (1): 120–41. DOI: 10.18413/2658-6533-2025-11-1-0-7.
5. Lepanto P, Zolessi FR, Badano JL. Studying human genetic variation in zebrafish. In: *Cellular and animal models in human genomics research.* Elsevier, 2019; 89–117.
6. de Souza Anselmo C, Sardela VF, Matias BF, de Carvalho AR, de Sousa VP, Pereira HMG, et al. Is zebrafish (*Danio rerio*) a tool for human-like metabolism study? *Drug Test Anal.* 2017; 9 (11-12):1685–94. DOI: 10.1002/dta.2318.
7. Prado E, Matos RR, de Lima G, Geovana M, de São CBL, da Costa N, et al. Metabolism of synthetic cathinones through the zebrafish water tank model: a promising tool for forensic toxicology laboratories. *Forensic Toxicol.* 2021; 73–88. DOI: 10.1007/s11419-020-00543-w.
8. Russell WMS, Burch RL. The principles of humane experimental technique. Wheathampstead (UK): Universities Federation for Animal Welfare, 1959 (as reprinted 1992).
9. Mitchell B, Chernick M, Rittschof D, Jayasundara N. Embryonic exposure to irgarol impacts development and larval and juvenile swimming in zebrafish (*Danio rerio*). *Biofouling.* 2026; 42 (2): 122–35. DOI: 10.1080/08927014.2025.2595131.
10. Hoo JY, Kumari Y, Shaikh MF, Hue SM, Goh BH. Zebrafish: A versatile animal model for fertility research. *Biomed Res Int.* 2016; 2016: 1–2.
11. OECD, Test No. 236: Fish Embryo Acute Toxicity (FET) Test. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing, Paris, 2025. DOI: 10.1787/9789264203709-en.
12. Полистовская П. А., Карпенко Л. Ю., Махнин И. А., Ажикина О. Ю. Дехорионизация эмбрионов *Danio rerio* для оценки острой токсичности органоминеральных хелатных комплексов. *Международный вестник ветеринарии.* 2024; (1): 99–105. DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.1.9.
13. Зуб А. В., Загребин В. Л., Дворяшина И. А., Терентьев А. В. Возможность использования биологической модели пресноводной рыбы Данио Рерио в доклинических исследованиях. *Вестник ВолГМУ.* 2020; 1 (73): 10–13. DOI: 10.19163/1994-9480-2020-1(73)-10-13.
14. Parnig C, Seng WL, Semino C, McGrath P. Zebrafish: a preclinical model for drug screening. *Assay Drug Dev Technol.* 2002; (1): 41–8.
15. ГОСТ 32428–2013 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение хронической токсичности для рыб: 14-дневный тест: межгосударственный стандарт».
16. ГОСТ 32473–2013 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для рыб: межгосударственный стандарт».
17. ГОСТ 32538—2013 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение биоконцентрации на рыбах в проточных аквариумах: межгосударственный стандарт».
18. ГОСТ 32541—2013 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Краткосрочное испытание токсичности на эмбрионах и предличинках рыб: межгосударственный стандарт».
19. ГОСТ 33774—2016 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Острая токсичность для эмбрионов рыбы: межгосударственный стандарт».
20. ГОСТ 32368—2013 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Оценка репродуктивной способности рыб: межгосударственный стандарт».
21. OECD, Test No. 229: Fish Short Term Reproduction Assay. OECD Publishing, Paris, 2009. DOI: 10.1787/9789264076211-en.
22. OECD, Test No. 425: Acute Oral Toxicity: Up-and-Down Procedure. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4. OECD Publishing, Paris, 2022. DOI: 10.1787/9789264071049-en.
23. OECD, Test No. 203: Fish, Acute Toxicity Test. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing, Paris, 2025. DOI: 10.1787/9789264069961-en.
24. OECD, Test No. 210: Fish, Early-life Stage Toxicity Test. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing, Paris, 2025. DOI: 10.1787/9789264203785-en.
25. ГОСТ 17.4.3.01—83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб: межгосударственный стандарт».
26. ГОСТ 17.4.4.02—84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: межгосударственный стандарт».
27. ФР 1.39.2007.03221 «Биологические методы контроля. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний: методика выполнения измерений».
28. ГОСТ Р 59024—2020 «Вода. Общие требования к отбору проб: национальный стандарт Российской Федерации».
29. Finney DJ. Probit analysis (2nd ed). *J Inst Actuar.* 1952; 78 (3): 388–90. DOI: 10.1017/S0020268100052938.
30. OECD, Test No. 204: Fish, Prolonged Toxicity Test: 14-Day Study. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing, Paris, 1984. DOI: 10.1787/9789264069985-en.

31. AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition. Schaumburg, IL: American Veterinary Medical Association, 2020; 121 p.
32. ISO International Standard. Water quality—Evaluation of genotoxicity by measurement of the induction of micronuclei—Part 1: Evaluation of genotoxicity using amphibian larvae. ISO 21427-1, ICS: 13.060.70. Genova—CH, 2006.
33. Nilén G, Obamwonyi OS, Liem-Nguyen V, Engwall M, Larsson M, Keiter SH. Observed and predicted embryotoxic and teratogenic

effects of organic and inorganic environmental pollutants and their mixtures in zebrafish (*Danio rerio*). Aquat Toxicol. 2022; 248: 106175. DOI: 10.1016/j.aquatox.2022.106175.

34. Perrichon P, Le Bihanic F, Bustamante P, Le Menach K, Budzinski H, Cachot J, et al. Influence of sediment composition on PAH toxicity using zebrafish (*Danio rerio*) and Japanese medaka (*Oryzias latipes*) embryo-larval assays. Environ Sci Pollut Res Int. 2014; 21 (24): 13703–19. DOI: 10.1007/s11356-014-3502-7.

References

1. Gajdaj EA, Gajdaj DS. Geneticheskoe raznoobrazie eksperimental'nykh myshey I kryz: istoriya vozniknoveniya, sposoby polucheniya i kontrolya. Laboratornye zhivotnye dlya nauchnykh issledovaniy. 2019; (4): 78–85 (in Rus.). DOI: 10.29296/2618723X-2019-04-09.
2. Rydell-Törmänen K, Johnson JR. The applicability of mouse models to the study of human disease. Methods Mol Biol. 2019; 1940: 3–22. DOI: 10.1007/978-1-4939-9086-3_1.
3. Kachanov DA, Lakeenkov NM, Levikin KE, Blazhenko AA, Lapkina gYa, Bagaturiya GO, et al. *Danio rerio* (zebrafish) kak universal'nyy model'nyy ob"ekt v doklinicheskikh issledovaniyakh. Forcipe. 2018; 1 (1): 49–54 (in Rus.).
4. Lashchenova LI, Perfilova VN, Snigur GL, Kaluev AV. Ispol'zovanie ryb zebraudanio (Zebrafish) v kachestve model'nykh ob"ektov dlya izucheniya vozrast-assotsirovannykh zabolevaniy (obzor). Nauchnye rezul'taty biomeditsinskikh issledovaniy. 2025; 11 (1): 120–41 (in Rus.). DOI: 10.18413/2658-6533-2025-11-1-0-7.
5. Lepanto P, Zolessi FR, Badano JL. Studying human genetic variation in zebrafish. In: Cellular and animal models in human genomics research. Elsevier, 2019; 89–117.
6. de Souza Anselmo C, Sardela VF, Matias BF, de Carvalho AR, de Sousa VP, Pereira HMG, et al. Is zebrafish (*Danio rerio*) a tool for human-like metabolism study? Drug Test Anal. 2017; 9 (11–12): 1685–94. DOI: 10.1002/dta.2318.
7. Prado E, Matos RR, de Lima G, Geovana M, de Sã CBL, da Costa N, et al. Metabolism of synthetic cathinones through the zebrafish water tank model: a promising tool for forensic toxicology laboratories. Forensic Toxicol. 2021; 73–88. DOI: 10.1007/s11419-020-00543-w.
8. Russell WMS, Burch RL. The principles of humane experimental technique. Wheathampstead (UK): Universities Federation for Animal Welfare, 1959 (as reprinted 1992).
9. Mitchell B, Chernick M, Rittschof D, Jayasundara N. Embryonic exposure to irgarol impacts development and larval and juvenile swimming in zebrafish (*Danio rerio*). Biofouling. 2026; 42 (2): 122–35. DOI: 10.1080/08927014.2025.2595131.
10. Hoo JY, Kumari Y, Shaikh MF, Hue SM, Goh BH. Zebrafish: A versatile animal model for fertility research. Biomed Res Int. 2016; 2016: 1–2.
11. OECD, Test No. 236: Fish Embryo Acute Toxicity (FET) Test. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing, Paris, 2025. DOI: 10.1787/9789264203709-en.
12. Polistovskaya PA, Karpenko IYu, Makhnin IA, Azhikina O. Yu. Dekhorionizatsiya embrionov *Danio rerio* dlya otsenki ostroj toksichnosti organomineral'nykh khelatnykh kompleksov. Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii. 2024; (1): 99–105 (in Rus.). DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.1.9.
13. Zub AV, Zagrebin VL, Dvoryashina IA, Terentev AV. Vozmozhnost' ispol'zovaniya biologicheskoy modeli presnovodnoj ryby *Danio Rerio* v doklinicheskikh issledovaniyakh. Vestnik VolGМУ. 2020; 1 (73): 10–13 (in Rus.). DOI: 10.19163/1994-9480-2020-1(73)-10-13.
14. Parnig C, Seng WL, Semino C, McGrath P. Zebrafish: a preclinical model for drug screening. Assay Drug Dev Technol. 2002; (1): 41–8.
15. GOST 32428–2013 "Metody ispytaniy khimicheskoy produktsii, predstavlyayushchej opasnost' dlya okruzhayushchej sredy. Opredelenie khronicheskoy toksichnosti dlya ryb: 14-dnevnyy test: mezhgosudarstvennyy standart".
16. GOST 32473–2013 "Metody ispytaniy khimicheskoy produktsii, predstavlyayushchej opasnost' dlya okruzhayushchej sredy. Opredelenie ostroj toksichnosti dlya ryb: mezhgosudarstvennyy standart".
17. GOST 32538—2013 "Metody ispytaniy khimicheskoy produktsii, predstavlyayushchej opasnost' dlya okruzhayushchej sredy. Opredelenie biokonsentratsii na rybkakh v protochnykh akvariumakh: mezhgosudarstvennyy standart".
18. GOST 32541—2013 "Metody ispytaniy khimicheskoy produktsii, predstavlyayushchej opasnost' dlya okruzhayushchej sredy. Kratkosrochnoe ispytanie toksichnosti na embrionakh i predlichinkakh ryb: mezhgosudarstvennyy standart".
19. GOST 33774—2016 "Metody ispytaniy khimicheskoy produktsii, predstavlyayushchej opasnost' dlya okruzhayushchej sredy. Ostraya toksichnost' dlya embrionov ryb: mezhgosudarstvennyy standart".
20. GOST 32368—2013 "Metody ispytaniy khimicheskoy produktsii, predstavlyayushchej opasnost' dlya okruzhayushchej sredy. Otsenka reproduktivnoj sposobnosti ryb: mezhgosudarstvennyy standart".
21. OECD, Test No. 229: Fish Short Term Reproduction Assay. OECD Publishing, Paris, 2009. DOI: 10.1787/9789264076211-en.
22. OECD, Test No. 425: Acute Oral Toxicity: Up-and-Down Procedure. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4. OECD Publishing, Paris, 2022. DOI: 10.1787/9789264071049-en.
23. OECD, Test No. 203: Fish, Acute Toxicity Test. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing, Paris, 2025. DOI: 10.1787/9789264069961-en.
24. OECD, Test No. 210: Fish, Early-life Stage Toxicity Test. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing, Paris, 2025. DOI: 10.1787/9789264203785-en.
25. GOST 17.4.3.01—83 "Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob: mezhgosudarstvennyy standart".
26. GOST 17.4.4.02—84 "Okhrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovki prob dlya khimicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza: mezhgosudarstvennyy standart".
27. FR1.39.2007.03221 "Biologicheskie metody kontrolya. Metodika opredeleniya toksichnosti vody i vodnykh vytyazhek iz pochvy, osadkov stochnykh vod, otkhodov po smertnosti i izmeneniyu plodovitosti tseriodafnij: metodika vypolneniya izmerenij".
28. GOST R 59024—2020 "Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob: natsional'nyy standart Rossijskoj Federatsii".
29. Finney DJ. Probit analysis (2nd ed.). J Inst Actuar. 1952; 78 (3): 388–90. DOI: 10.1017/S0020268100052938.
30. OECD, Test No. 204: Fish, Prolonged Toxicity Test: 14-Day Study. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing, Paris, 1984. DOI: 10.1787/9789264069985-en.
31. AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition. Schaumburg, IL: American Veterinary Medical Association, 2020; 121 p.
32. ISO International Standard. Water quality—Evaluation of genotoxicity by measurement of the induction of micronuclei—Part 1: Evaluation of genotoxicity using amphibian larvae. ISO 21427-1, ICS: 13.060.70. Genova—CH, 2006.
33. Nilén G, Obamwonyi OS, Liem-Nguyen V, Engwall M, Larsson M, Keiter SH. Observed and predicted embryotoxic and teratogenic effects of organic and inorganic environmental pollutants and their mixtures in zebrafish (*Danio rerio*). Aquat Toxicol. 2022; 248: 106175. DOI: 10.1016/j.aquatox.2022.106175.
34. Perrichon P, Le Bihanic F, Bustamante P, Le Menach K, Budzinski H, Cachot J, et al. Influence of sediment composition on PAH toxicity using zebrafish (*Danio rerio*) and Japanese medaka (*Oryzias latipes*) embryo-larval assays. Environ Sci Pollut Res Int. 2014; 21 (24): 13703–19. DOI: 10.1007/s11356-014-3502-7.

АССОЦИАЦИЯ КОРТИЗОЛА С ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ У СТУДЕНТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ОБУЧЕНИЯ

А. В. Тарасов¹ ✉, Р. С. Рахманов², С. А. Разгулин², Н. А. Скоблина³, С. В. Киселев⁴

¹ Балтийский Федеральный университет имени И. Канта, Калининград, Россия

² Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

⁴ Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко, Воронеж, Россия

Отражающий стресс уровень кортизола у студентов связан с проявлениями тревожности и депрессии, что важно с точки зрения гигиенической оптимизации учебного процесса. Целью исследования было оценить взаимосвязь уровня кортизола в крови студентов с тревожно-депрессивными состояниями на разных этапах обучения. В сравнительном поперечном исследовании приняли участие 200 студентов 1-го курса, обучавшихся в 2023–2024 учебном году. Уровень кортизола в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА), для выявления тревожно-депрессивных состояний использовали шкалу HADS. Признаки тревоги и депрессии по этапам обучения выявлены у 34,4–43,6% ($p = 0,189$) и 18,2–24,7% ($p = 0,256$) студентов. В конце года обучения доля клинически выраженной формы в структуре тревоги увеличилась на 19,3%, в структуре депрессии — на 4,3%. Показатели кортизола при тревоге весной выше, чем осенью, — на 32,3% ($p = 0,001$), в том числе при субклинической форме на 35,3% ($p = 0,001$), при клинически выраженной форме на 28,4% ($p = 0,028$); при депрессии весной они выше на 53,9% ($p = 0,001$), в том числе при субклинической форме на 55,4% ($p = 0,001$), при клинически выраженной форме на 45,6% ($p = 0,052$). Ассоциация уровня кортизола с тревогой осенью отсутствует ($r = 0,07$, $p = 0,488$), весной она умеренная прямая ($r = 0,51$, $p = 0,001$), в том числе у девушек осенью $r = 0,03$, $p = 0,771$, весной $r = 0,49$, $p < 0,001$, а у юношей осенью $r = 0,18$, $p = 0,296$, весной $r = 0,57$, $p = 0,001$ соответственно. Нелинейная логарифмическая модель показала значимый эффект тревожности ($F = 16,26$, $p < 0,001$), объясняющий 7,7 % дисперсии. Результаты исследования имеют значение для разработки профилактических программ, направленных на управление стрессовой нагрузкой студентов.

Ключевые слова: студенты, осень, весна, тревога, депрессия, кортизол, взаимосвязь

Вклад авторов: Р. С. Рахманов — концепция и дизайн исследования, написание текста статьи; А. В. Тарасов — сбор, систематизация первичного материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи; С. А. Разгулин — анализ литературы; Н. А. Скоблина — интерпретация данных, написание текста статьи; С. В. Киселев — сбор данных литературы.

Соблюдение этических стандартов: исследование проведено с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Получено одобрение этического комитета БФУ им. И. Канта (протокол № 38 от 31 марта 2023 г.). Каждый участник исследования дал письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме.

✉ **Для корреспонденции:** Андрей Вячеславович Тарасов
ул. А. Невского, д. 14, г. Калининград, 2360241, Россия; drup1@yandex.ru

Статья получена: 19.03.2026 **Статья принята к печати:** 31.08.2026 **Опубликована онлайн:** 15.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.172

Авторские права: © 2026 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/>).

ASSOCIATION OF CORTISOL WITH ANXIETY AND DEPRESSIVE CONDITIONS IN STUDENTS AT VARIOUS STAGES OF TRAINING

Tarasov AV¹ ✉, Rakhmanov RS², Razgulin S², Skoblina NA³, Kiselev SV⁴

¹ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

² Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

³ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

⁴ Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

The students' cortisol levels reflecting stress are associated with the anxiety and depression manifestations, which is important in terms of the educational process hygienic optimization. The study aimed to assess the correlation on students' blood levels of cortisol with anxiety and depressive conditions at various stages of training. A total of 200 1st-year students, who were taught during the academic year 2023–2024, took part in the comparative cross-sectional study. Serum cortisol levels were determined by enzyme immunoassay (ELISA), and the HADS scale was used to detect anxiety and depressive disorders. Signs of anxiety depression at training stages were detected in 34.4–43.6% ($p = 0,189$) and 18.2–24.7% ($p = 0,256$) of students. In the end of the academic year the share of clinical form in the structure of anxiety increased by 19.3% and that in the structure of depression increased by 4.3%. The cortisol levels associated with anxiety were higher in spring, than on autumn — 32.3% ($p = 0,001$), including 35.3% with subclinical form ($p = 0,001$), 28.4% with clinical form ($p = 0,028$); the values associated with depression were 53.9% higher in spring ($p = 0,001$), including 55.4% with subclinical form ($p = 0,001$), 45.6% with clinical form ($p = 0,052$). There was no association of cortisol levels with anxiety in autumn ($r = 0,07$, $p = 0,488$), there was a moderate positive one in spring ($r = 0,51$, $p = 0,001$), including the following: girls in autumn had $r = 0,03$, $p = 0,771$, in spring $r = 0,49$, $p < 0,001$, while boys in autumn had $r = 0,18$, $p = 0,296$, in spring $r = 0,57$, $p = 0,001$, respectively. A nonlinear log model showed a significant effect of anxiety ($F = 16.26$, $p < 0.001$), explaining 7.7 % of variance. The findings are important for the development of preventive programs focused on stress management in students.

Keywords: students, autumn, spring, anxiety, depression, cortisol, relationship

Author contribution: Rakhmanov RS — study concept and design, manuscript writing; Tarasov AV — primary data acquisition and systematization, statistical data processing, manuscript writing; Razgulin SA — literature review; Skoblina NA — data interpretation, manuscript writing; Kiselev SV — literature data acquisition.

Compliance with ethical standards: the study was compliant with the ethical standards of the World Medical Association Declaration of Helsinki. It was approved by the Ethics Committee of the Immanuel Kant Baltic Federal University (protocol No. 38 dated March, 2023). Each subject submitted the informed consent to take part in the study and for personal medical information to be published in an anonymized form.

✉ **Correspondence should be addressed:** Andrey V. Tarasov
A. Nevsky Str. 14, Kaliningrad, 2360241, Russia; drup1@yandex.ru

Received: 19.03.2026 **Accepted:** 31.08.2026 **Published online:** 15.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.172

Copyright: © 2026 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/>).

Современные студенты подвергаются значительным психоэмоциональным нагрузкам, связанным не только с обретением независимости, особенностями учебного процесса, но и с необходимостью адаптации к новым социальным условиям, а также формированием профессиональной и личностной идентичности [1, 2]. Усиливает стресс переход к взрослой жизни: студенты сталкиваются с высокой требовательностью в отношении учебы, конкуренцией, ожиданием успеха; некоторым приходится совмещать учебу с работой, жить вдали от семьи, обустраивать быт [3–6]. Комплексное влияние факторов приводит к повышенной уязвимости психического здоровья, способствующей склонности к тревожным расстройствам, депрессии и хроническому стрессу [7, 8]. Таким образом, изучение стрессовых реакций организма становится особенно важным, а данные о распространенности таких состояний и влияющих на них факторах — необходимыми для разработки адекватных мер профилактики [9, 10].

Условия формирования хронического стресса отрицательно сказываются и на физиологических параметрах организма — в частности, на активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС). Кортизол является ключевым гормональным маркером стресса, отражающим активацию ГГНС и обеспечивающим адаптационные реакции организма на психоэмоциональные стимулы [11]. Изучение связи уровня кортизола с проявлениями тревожности и депрессии позволяет определять биологические механизмы стрессовой реакции, выявлять группы риска и разрабатывать профилактические меры для поддержания психоэмоционального и физического здоровья студентов [12].

Предыдущие исследования показывают, что женщины и мужчины могут по-разному реагировать на стрессовые стимулы, а сезонные колебания влияют на гормональный фон и психоэмоциональное состояние [13]. Однако данные о взаимосвязи тревожности, депрессии и уровня кортизола у студентов с учетом этих факторов остаются ограниченными и противоречивыми.

Целью исследования было оценить взаимосвязь уровня кортизола в крови студентов с тревожно-депрессивными состояниями на разных этапах обучения.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведено сравнительное поперечное исследование, в котором приняли участие две независимые группы студентов 1-го курса, обследованных в начале (осень, $n = 99$) и в конце учебного года (весна, $n = 101$). Всего в исследовании приняли участие 200 студентов (140 девушек и 60 юношей), средний возраст которых составил $19,8 \pm 0,6$ лет. Предварительно все участники прошли медицинский осмотр и были здоровы. Критериями включения были отсутствие ранее поставленного диагноза тревожного или депрессивного расстройства с подтверждением отнесения к первой или второй группе здоровья. Критериями исключения были третья группа здоровья и наличие установленного психиатрического диагноза. Расчет репрезентативной выборки проводили с помощью программы Epi Info (<http://www.cdc.gov/epiinfo/>) при доверительной вероятности 95%. Минимальный объем выборки составил 174 участника — исходя из количества студентов 1-го курса университета в 2023–2024 учебном году.

Специальную оценку характера питания, пищевых ограничений и уровня физической активности в период,

непосредственно предшествовавший исследованию, не проводили. Для стандартизации условий исследования пробы крови медсестра университетской клиники отбирала путем венопункции локтевой вены латосом с 8 до 9 ч утра. Содержание кортизола в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА; ELISA Test for Quantitative Determination of Cortisol in Human Serum. Human GmbH, REF 55050; Германия) с минимальной чувствительностью 2,5 нг/мл. Оптическую плотность измеряли на микропланшетном ридере AMR-100 (Allsheng; Китай) при длине волны 450 нм с использованием автоматической промывочной станции Bio-Plex Pro II Wash Station (Bio-Rad; Австрия).

Для оценки психоэмоционального состояния применяли госпитальную шкалу тревоги и депрессии (Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS) — клинический инструмент, позволяющий выявить и количественно оценить симптомы тревожности и депрессии. Методика включает две подшкалы (по 7 пунктов в каждой), посвященные тревоге и депрессии соответственно. По каждому пункту респондент выставляет оценку от 0 до 3 баллов, после чего для каждой подшкалы рассчитывают суммарный балл (максимум 21 балл). Интерпретацию результатов проводят по трем диапазонам: 0–7 баллов указывают на отсутствие симптомов, 8–10 баллов соответствуют субклинической форме, а 11 баллов и выше свидетельствуют о клинически выраженной форме расстройства. Таким образом, HADS дает дифференцированную оценку уровня тревожности и депрессии, повышая точность диагностики эмоционального состояния [14].

Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы STATISTICA 12.0 (StatSoft, Inc.; США). Нормальность распределения выборки проверяли методом Колмогорова–Смирнова. Для сравнения средних использовали t -критерий Стьюдента для независимых выборок, для анализа долевых различий применяли Z -тест, а для оценки взаимосвязей между непрерывными переменными использовали коэффициент корреляции Спирмена. Критический уровень статистической значимости принимали равным $p < 0,05$. Для количественных показателей рассчитывали 95%-е доверительные интервалы (95% ДИ).

Для оценки влияния психосоциальных, биологических и климатических факторов на уровень кортизола в крови студентов была построена общая нелинейная логарифмическая модель с использованием сигма-ограниченной параметризации. В качестве независимых переменных в нее включили выраженность тревожности и депрессии по шкале HADS, гендер, сезон года, а также взаимодействие «гендер × сезон». Модель позволила оценить вклад каждого фактора в вариабельность уровня кортизола.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как показало тестирование, доля студентов без признаков тревоги была значимо больше доли студентов с тревожной симптоматикой, — в 1,6 раза. У девушек она превышала таковую лиц с тревожностью в 1,4 раза, а у юношей — в 2,2 раза. Осенью доля студентов без тревоги была в 1,9 раза больше, а в весенний период года значимой разницы в доле распределения лиц с наличием или отсутствием тревожной симптоматики выявлено не было. При этом только в когорте обследованных осенью субклиническая форма тревоги встречалась в 1,8 раза чаще клинической (табл. 1).

Таблица 1. Структура распределения студентов по наличию признаков тревоги, %

Группы сравнения	Отсутствие признаков тревоги	Наличие признаков тревоги	в том числе форма		p^*
			субклиническая	клинически выраженная	
	1	2	3	4	
Совокупная выборка	61	39	53,8	46,2	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,336$
Девушки	57,9	42,1	55,9	44,1	$p_{1-2} = 0,008$ $p_{3-4} = 0,197$
Юноши	68,3	31,7	47,4	52,6	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,988$
p^{**}	0,163	0,177	0,512	0,536	
Весна	56,4	43,6	45,4	54,6	$p_{1-2} = 0,393$ $p_{3-4} = 0,793$
Осень	65,6	34,4	64,7	35,3	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,015$
p^{**}	0,181	0,189	0,09	0,452	

Примечание: * — значимость различий по группам лиц с различной выраженностью тревоги; ** — значимость различий по группам лиц мужского и женского пола и по сезонам года.

Отсутствие признаков депрессии у обследованных лиц выявляли в 3,7 раза чаще, чем депрессивную симптоматику. При этом доля лиц с субклинической формой депрессии была в 2,9 раза больше, чем доля лиц с клинически выраженной формой. У девушек депрессию выявляли в 4,4 раза реже. При наличии депрессии субклиническая форма встречалась в 4,2 раза чаще клинической. У юношей доля лиц без депрессии превышала долю лиц с депрессивной симптоматикой в 2,5 раза. Значимые различия между девушками и юношами по частоте выявления депрессивной симптоматики, а также по распределению субклинической и клинически выраженной форм не выявлены. Осенью доля студентов без признаков депрессии превышала долю таковых с депрессией в 4,5 раза, а субклиническую форму регистрировали в 3,5 раза чаще клинически выраженной. Весной доля студентов без признаков депрессии была в 3,0 раза больше доли таковых с депрессивной симптоматикой. При этом субклиническая форма встречалась в 4,0 раза чаще клинической. Межсезонные различия в выявляемости тревожно-депрессивных состояний, а также субклинической и клинической форм были незначимыми (табл. 2).

Уровень кортизола был значимо выше у лиц с тревогой, чем без нее, — в 1,3 раза ($p < 0,001$); при субклинической

форме он был в 1,3 раза выше, чем у лиц без признаков тревоги ($p < 0,001$), и при клинически выраженной форме — в 1,3 раза ($p < 0,001$). Различия в уровне при субклинической и клинической формах отсутствовали.

Оказалось, что при наличии тревоги уровень кортизола у девушек был выше по сравнению с участницами без тревоги — на 34,7%. При субклинической и клинически выраженной формах уровень гормона был примерно одинаковым. У юношей также отмечено повышение уровня кортизола при наличии тревоги — на 22,3%. При субклинической тревоге уровень кортизола не отличался от значений в группе без тревоги, тогда как при клинически выраженной форме он был значимо выше — на 28,5%. Показатели при субклинической и клинической формах не различались.

Межгрупповые различия содержания кортизола в крови (между лицами женского и мужского пола) были значимыми только в группе без признаков тревоги, где юноши имели более высокий уровень кортизола. При наличии оцениваемых признаков, в том числе в субклинической и клинической формах, различия в гендерных группах не выявлены.

Осенью различия в уровне кортизола при отсутствии или наличии тревоги (в том числе в субклинической

Таблица 2. Структура распределения студентов по наличию признаков депрессии, %

Группы сравнения	Отсутствие признаков депрессии	Наличие признаков депрессии	в том числе форма		p^*
			субклиническая	клинически выраженная	
	1	2	3	4	
Совокупная выборка	78,5	21,5	74,4	25,6	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{3-4} < 0,001$
Девушки	81,4	18,6	80,8	19,2	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{3-4} < 0,001$
Юноши	71,7	28,3	64,7	35,3	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,095$
p^{**}	0,123	0,128	0,912	0,085	
Весна	75,3	24,7	72	18	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{3-4} < 0,001$
Осень	81,8	18,2	77,7	22,3	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,015$
p^{**}	0,258	0,256	0,675	0,66	

Примечание: * — значимость различий по группам лиц с различной выраженностью депрессии; ** — значимость различий по группам лиц мужского и женского пола и по сезонам года.

Таблица 3. Показатели уровня кортизола при отсутствии или наличии признаков тревоги, нмоль/л, М ± σ (95% ДИ)

Группы сравнения	Отсутствие признаков тревоги	Наличие признаков тревоги	в том числе форма		p^*
			субклиническая	клинически выраженная	
	1	2	3	4	
Девушки	316,5 ± 14,1 (288,3–344,7)	426,5 ± 16,8 (392,8–460,2)	421,2 ± 19,4 (381,6–460,9)	433,3 ± 29,5 (372,5–494,0)	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,724$
Юноши	365,6 ± 17,8 (329,4–401,7)	447,3 ± 26,8 (390,9–503,6)	422,3 ± 43,9 (320,9–523,7)	469,7 ± 32,7 (395,6–543,7)	$p_{1-2} = 0,013$ $p_{1-3} = 0,196$ $p_{1-4} = 0,011$ $p_{3-4} = 0,393$
p^{**}	0,04	0,535	0,978	0,488	
Весна	307,9 ± 19,4 (269,0–346,8)	482,9 ± 17,7 (447,2–518,7)	488,1 ± 20,1 (446,0–530,3)	478,7 ± 28,2 (420,3–537,0)	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,793$
Осень	355,0 ± 12,2 (330,6–379,4)	365,0 ± 17,8 (328,7–401,4)	360,8 ± 21,6 (315,9–405,7)	372,8 ± 32,7 (300,7–444,9)	$p_{1-2} = 0,637$ $p_{1-3} = 0,812$ $p_{1-4} = 0,575$ $p_{3-4} = 0,753$
p^{**}	0,037	< 0,001	< 0,001	0,028	

Примечание: * — значимость различий по группам лиц с различной выраженностью тревоги; ** — значимость различий по группам лиц мужского и женского пола и по сезонам года.

и клинической формах) отсутствовали. В весенний период года у студентов с тревожной формой кортизола был выше на 56,8%, чем у студентов без тревоги. Это же соотношение сохранялось и для субклинической и клинической тревоги: уровень кортизола превышал таковой в группе без тревоги на 58,5 и 55,5% соответственно. В то же время межсезонные различия оказались значимыми: уровень кортизола в группе студентов без признаков тревоги осенью был в 1,1 раза выше, чем весной. В группе студентов с признаками тревоги обнаружена противоположная тенденция — уровень кортизола весной был в 1,3 раза выше, чем осенью, как при субклинической, так и при клинической форме тревоги (табл. 3).

У студентов с признаками депрессии уровень кортизола был значимо выше, чем у студентов без депрессии — на 24,3%. У лиц с субклинической формой депрессии он превышал уровень лиц без депрессии в 1,3 раза, тогда как при клинически выраженной депрессии различия с группой без депрессии не достигали статистической значимости. Показатели при субклинической и клинической формах не различались.

У студенток с депрессией уровень кортизола был значимо выше, чем у студенток без депрессии, — на 28,2%. При субклинической форме депрессии он был на 31,3% выше, чем при отсутствии депрессии, в то время как при клинически выраженной форме различия отсутствовали. Показатели кортизола при субклинической или клинической форме депрессии не различались. У лиц мужского пола различия показателей данного гормона при наличии или отсутствии депрессии не достигали статистической значимости, в том числе при разной выраженности депрессии. Показатели кортизола в гендерных группах не различались.

Осенью показатели кортизола при наличии или отсутствии депрессии не различались, а весной при выявлении депрессии они были значительно выше, чем при ее отсутствии, — на 50,7%. Различия с данными для субклинической и клинически выраженной депрессии достигали 55,6 и 38,1% соответственно, при этом различия между данными для субклинической и клинической формы

отсутствовали. При этом весной показатель кортизола при депрессии превышал таковой, определенный осенью, на 53,9%, в том числе при субклинической форме на 55,4% (табл. 4).

Корреляционный анализ выявил значимую связь между уровнем кортизола и наличием тревоги: связь была прямой, умеренной силы ($r_s = 0,33$; $p < 0,001$). Умеренные положительные корреляции выявлены как у девушек, так и у юношей. В осенний период значимая корреляция не выявлена. Наиболее выраженная связь наблюдалась весной: умеренная, ближе к сильной, прямая связь (табл. 5). При депрессии также установлена положительная ассоциация: прямая связь умеренной силы. Ассоциации были положительными, умеренной силы в группах как девушек, так и юношей. Осенью значимая корреляция между уровнем кортизола и депрессивной симптоматикой отсутствовала, весной была установлена прямая связь умеренной силы, приближающейся к высокой (табл. 5).

При построении нелинейной регрессионной модели для изучения влияния психосоциальных и демографических факторов на уровень кортизола в крови студентов установлена высокая общая значимость модели ($F = 214,00$, $p < 0,001$). В целом модель объясняла 62,5% вариативности уровня кортизола, при этом неучтенными оставались 37,5% дисперсии. Наиболее существенным фактором оказалась тревожность: для нее была достигнута статистическая значимость ($F = 16,26$, $p < 0,001$). Для депрессии значимая ассоциация с уровнем кортизола выявлена не была ($F = 0,16$, $p = 0,691$). Гендерная принадлежность продемонстрировала пограничную статистическую значимость ($p = 0,049$) и объяснила 2,0% дисперсии уровня кортизола. Остальные включенные в модель факторы не достигли статистической значимости. При этом следует отметить, что остаточная дисперсия модели осталась достаточно высокой ($SS = 3\,031\,396,73$, $MS = 15\,625,76$), что указывает на присутствие неучтенных факторов, способных влиять на уровень кортизола, включая особенности питания, качество сна, физическую активность, хронический стресс и индивидуальные особенности регуляции ГГНС.

Таблица 4. Показатели уровня кортизола при отсутствии или наличии признаков депрессии, нмоль/л, $M \pm \sigma$ (95% ДИ)

Группы сравнения	Отсутствие признаков депрессии	Наличие признаков депрессии	в том числе форма		p^*
			субклиническая	клинически выраженная	
	1	2	3	4	
Девушки	344,7 $\pm$ 12,4 (320,1–369,4)	442,3 $\pm$ 27,2 (386,1–498,4)	452,5 $\pm$ 32,1 (385,5–519,5)	399,5 $\pm$ 43,8 (277,8–521,2)	$p_{1-2} = 0,001$ $p_{1-3} = 0,001$ $p_{1-4} = 0,365$ $p_{3-4} = 0,455$
Юноши	374,6 $\pm$ 17,5 (339,3–401,7)	434,0 $\pm$ 30,9 (368,5–499,5)	440,7 $\pm$ 44,1 (342,3–539,0)	421,7 $\pm$ 38,3 (323,1–520,3)	$p_{1-2} = 0,085$ $p_{1-3} = 0,108$ $p_{1-4} = 0,114$ $p_{3-4} = 0,850$
p^{**}	0,195	0,844	0,688	0,71	
Весна	341,3 $\pm$ 17,6 (306,2–376,4)	514,4 $\pm$ 19,5 (474,0–554,8)	531,2 $\pm$ 25,8 (476,6–585,8)	471,3 $\pm$ 12,9 (439,7–502,3)	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,028$ $p_{3-4} = 0,174$
Осень	363,8 $\pm$ 11,1 (341,8–385,8)	334,2 $\pm$ 17,8 (283,9–384,5)	341,9 $\pm$ 23,8 (277,5–406,3)	323,8 $\pm$ 60,0 (132,5–515,0)	$p_{1-2} = 0,258$ $p_{1-3} = 0,458$ $p_{1-4} = 0,439$ $p_{3-4} = 0,780$
p^{**}	0,274	< 0,001	< 0,001	0,052	

Примечание: * — значимость различий по группам лиц с различной выраженностью депрессии; ** — значимость различий по группам лиц мужского и женского пола и по сезонам года.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследования демонстрируют сложную картину взаимосвязей психоэмоционального состояния и уровня кортизола у студентов. Так, в совокупной выборке доля лиц с признаками тревоги была больше, чем доля лиц с признаками депрессии, — в 1,8 раза ($p < 0,001$), в том числе доля студентов с субклиническими признаками тревоги была меньше доли студентов с субклиническими признаками депрессии в 1,4 раза ($p = 0,026$), а доля студентов с клиническими признаками тревоги в 1,8 раза больше доли студентов с клиническими признаками депрессии ($p = 0,027$). Средние баллы по шкале HADS весной были значимо выше, чем осенью: показатель тревожности — в 1,1 раза ($p = 0,040$), депрессии — в 1,2 раза ($p = 0,031$).

Уровень кортизола при наличии признаков тревоги был выше, чем при наличии признаков депрессии. Значимая прямая корреляция и значимый вклад в дисперсию модели указывали на то, что студенты с более высоким уровнем тревожности имели повышенный уровень гормона стресса. Эти данные подтверждают результаты предыдущих исследований, в которых отмечена сильная связь между выраженностью тревожности и активацией ГГНС [15, 16].

В отличие от тревоги, депрессия не оказала значимого влияния на уровень кортизола в рамках нелинейной модели, хотя корреляционный анализ показал умеренные положительные связи. Это свидетельствует о том, что у здоровых студентов легкие и субклинические проявления депрессии могут не приводить к выраженной активации ГГНС. Данный результат согласуется с результатами других исследований, согласно которым депрессивная симптоматика без клинической выраженности слабо коррелировала с концентрацией кортизола [17].

Данные о преобладании в исследуемой когорте студентов с тревогой подтверждают большую встречаемость тревожных проявлений в студенческой популяции по сравнению с депрессивными [18]. Сезонные

различия проявились в том, что весной средний уровень тревожности и депрессии был выше, чем осенью, что, вероятно, связано с академическими нагрузками и стрессовыми событиями учебного года, а также с общими сезонными факторами, влияющими на эмоциональное состояние [19].

Уровень кортизола у студентов с тревогой был значительно выше, чем у лиц без нее. Этот эффект наблюдался как при субклинической, так и при клинической форме тревоги. У девушек тревога сопровождалась одинаковым повышением уровня кортизола при обеих формах, тогда как у юношей значимое повышение отмечено только при клинической тревоге. Сезонный анализ показал, что весной различия между группами с тревогой и без нее были более выраженными, чем осенью, что согласуется с данными корреляционного анализа: весной выявлена прямая корреляция (от умеренной до сильной), тогда как осенью значимая корреляция не наблюдалась. Эти данные согласуются с данными более ранних исследований, в ходе которых у студентов и молодых взрослых фиксировали повышенный уровень кортизола в условиях тревоги и стресса [20].

При депрессии уровень кортизола у студентов с субклинической формой был выше по сравнению с группой без депрессии. В группах с депрессией гендерные различия отсутствовали. Сезонность проявилась лишь в весенний период, когда корреляция была умеренной и значимой, в то время как осенью ассоциация не наблюдалась. Результаты согласуются с данными более раннего исследования, в котором у молодых людей была выявлена связь между симптомами депрессии и тревоги и особенностями реакции кортизола на стрессовые ситуации, даже при отсутствии клинического диагноза [21].

Нелинейная модель подтвердила выводы корреляционного анализа: тревога являлась самым весомым значимым предиктором уровня кортизола, а гендерный фактор показал пограничную значимость. При этом остаточная дисперсия составляла 37,5%, что указывало на существование дополнительных факторов, не включенных в анализ, таких как особенности питания, хронический стресс,

Таблица 5. Характеристика корреляционных связей между уровнем кортизола в крови студентов и наличием признаков тревоги и депрессии

Группы сравнения	Коэффициент корреляции Спирмена, r_s	Сила и направленность связи	Статистическая значимость, p
Тревога			
Совокупная выборка	0,33	Умеренная, прямая	< 0,001
Девушки	0,35	Умеренная, прямая	< 0,001
Юноши	0,37	Умеренная, прямая	0,003
Весна	0,51	Умеренная, прямая	< 0,001
Осень	0,07	Отсутствует	0,488
Девушки, весна	0,49	Умеренная, прямая	< 0,001
Юноши, весна	0,57	Умеренная, прямая	0,001
Девушки, осень	0,03	Отсутствует	0,771
Юноши, осень	0,18	Отсутствует	0,296
Депрессия			
Совокупная выборка	0,25	Умеренная, прямая	< 0,001
Девушки	0,22	Умеренная, прямая	0,007
Юноши	0,3	Умеренная, прямая	0,016
Весна	0,45	Умеренная, прямая	< 0,001
Осень	0,02	Отсутствует	0,18
Девушки, весна	0,39	Умеренная, прямая	< 0,001
Юноши, весна	0,62	Умеренная, прямая	< 0,001
Девушки, осень	0,08	Отсутствует	0,509
Юноши, осень	0,03	Отсутствует	0,841

качество сна, физическая активность и индивидуальные особенности регуляции ГГНС. Эти результаты согласуются с данными работы, в которой отмечено, что физиологические реакции стресса у студентов, включая активацию ГГНС и повышение уровня кортизола, связаны с эмоциональными и психологическими стрессовыми проявлениями, такими как тревога и депрессия, особенно в контексте академических нагрузок [22].

Таким образом, полученные результаты демонстрируют, что уровень кортизола у студентов тесно связан с выраженностью тревоги и в меньшей степени зависит от депрессии. Несмотря на то что значения абсолютных показателей повышения уровня кортизола входили в референтные границы, они обеспечили ценную информацию. Кортизол оказывает системное влияние на организм: он усиливает катаболические процессы, связанные с повышенным расходом белков, жиров, витаминов и минеральных веществ. Это может истощать энергетические ресурсы и снижать адаптационные возможности организма [23]. Длительные негативные изменения могут проявиться потерей мышечной массы, развитием остеопороза, накоплением висцерального жира, повышением риска сердечно-сосудистых заболеваний, влиянием на иммунную, репродуктивную и нервную системы, ухудшением когнитивных функций и эмоциональной нестабильностью [24–28].

В условиях вуза профилактическая работа может включать в себя раннее выявление признаков тревоги, оптимизацию режима труда и отдыха, а также меры по снижению стрессовой нагрузки. Выявленное усиление связи тревожности с уровнем кортизола в весенний период указывает на целесообразность более тщательного контроля психоэмоционального состояния студентов в периоды повышенной учебной нагрузки. Профилактические мероприятия в условиях вуза могут включать в себя раннее выявление признаков тревоги, психогигиеническое сопровождение студентов, оптимизацию режима труда и отдыха и мероприятия по снижению стрессовой нагрузки.

ВЫВОДЫ

У студентов первого курса признаки тревоги выявляли чаще, чем признаки депрессии, при отсутствии значимых межсезонных различий в их распространенности. Весной уровень кортизола при тревоге и депрессии был выше, чем осенью, а связь кортизола с тревожной и депрессивной симптоматикой была более выраженной. Наиболее значимая связь установлена между уровнем кортизола и тревогой, что подтверждено результатами нелинейной модели. Полученные данные обосновывают целесообразность раннего выявления тревожных состояний и снижения стрессовой нагрузки студентов, особенно в конце учебного года.

Литература

- Шестера А. А., Транковская Л. В., Капцов В. А., Нагирная Л. Н. Современная характеристика состояния здоровья студентов высших учебных заведений и факторов, его формирующих (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2024; 11 (103): 1361–7. DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-11-1361-1367.
- Li W, Zhao Z, Chen D, Peng Y, Lu Z. Prevalence and associated factors of depression and anxiety symptoms among college students: a systematic review and meta-analysis. *J Child Psychol Psychiatry*. 2022; 63 (11): 1222–30. DOI: 10.1111/jcpp.13606.
- Ramón-Arбуés E, Gea-Caballero V, Granada-López JM, Juárez-Vela R, Pellicer-García B, Antón-Solanas I. The prevalence of depression, anxiety and stress and their associated factors in college students. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17 (19): 7001. DOI: 10.3390/ijerph17197001.
- Paiva U, Cortese S, Flor M, Moncada-Parra A, Lecumberri A, Eudave L, et al. Prevalence of mental disorder symptoms among university students: An umbrella review. *Neurosci Biobehav Rev*. 2025; 175: 106244. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2025.106244.
- Tarasov AV, Rakhmanov RS, Bogomolova ES, Skoblina NA, Ivanova S, Sukhikh SA, et al. Study of the effects of a diet with functional foods on the adaptogenicity of first-year students to the student lifestyle. *Sustainability*. 2023; 15 (12): 9594. DOI: 10.3390/su15129594.
- Тимофеев Д. А., Сазанова Г. Ю., Цвигайло М. А., Власова М. В., Долгова Е. М. Высокий уровень тревожности как значимый фактор риска в оценке здоровья и социального самочувствия студентов медицинского университета. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2023; 31 (6): 1390–5. DOI: 10.32687/0869-866X-2023-31-6-1390-1395.
- Quan L, Lu W, Zhen R, Zhou X. Post-traumatic stress disorders, anxiety, and depression in college students during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study. *BMC Psychiatry*. 2023; 23 (1): 228. DOI: 10.1186/s12888-023-04660-9.
- Haruna U, Mohammed AR, Braimah M. Understanding the burden of depression, anxiety and stress among first-year undergraduate students. *BMC Psychiatry*. 2025; 25 (1): 632. DOI: 10.1186/s12888-025-07069-8.
- Al-Garni AM, Shati AA, Almonawar NA, Alamri GM, Alasmre LA, Saad TN, et al. Prevalence of depression, anxiety, and stress among students enrolled at King Khalid University: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2025; 25 (1): 354. DOI: 10.1186/s12889-025-21277-7.
- Vrabková I, Vaňková I. Analysis of university students' perception of mental health. *BMC Public Health*. 2025; 25 (1): 3868. DOI: 10.1186/s12889-025-25213-7.
- Nijakowski K, Gruszczyński D, Łaganowski K, Furmańczyk J, Brożek A, Nowicki M, et al. Salivary morning cortisol as a potential predictor for high academic stress level in dental students: A preliminary study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19 (5): 3132. DOI: 10.3390/ijerph19053132.
- Войтович А. А. Анализ поведенческих рисков у подростков с ограниченными возможностями здоровья, имеющих различные уровни тревожности. Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2019; 27 (4): 468–74. DOI: 10.23888/PAVLOVJ2019274468-474.
- Špiljak B, Viličić M, Glavina A, Crnković M, Šešerko A, Lugović-Mihic L. A review of psychological stress among students and its assessment using salivary biomarkers. *Behav Sci (Basel)*. 2022; 12 (10): 400. DOI: 10.3390/bs12100400.
- Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*. 1983; 67 (6): 361–70. DOI: 10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x.
- Nagane M, Oyama Y, Tamalu F, Miwa N. Salivary cortisol as a marker for assessing the problem-focused coping style of stressed students during the first year of university: An experimental study. *Health Sci Rep*. 2023; 6 (6): 1280. DOI: 10.1002/hsr2.1280.
- Hakeem MK, Sallabi S, Ahmed R, Hamdan H, Mameri A, Alkaabi M, et al. A dual biomarker approach to stress: hair and salivary cortisol measurement in students via LC-MS/MS. *Anal Sci Adv*. 2025; 6 (1): 70003. DOI: 10.1002/ansa.70003.
- Suh M. Salivary cortisol profile under different stressful situations in female college students: moderating role of anxiety and sleep. *J Neurosci Nurs*. 2018; 50 (5): 279–85. DOI: 10.1097/JNN.0000000000000394.
- Ballestar-Tarín ML, Ibáñez-Del Valle V, Mafla-España MA, Navarro-Martínez R, Cauli O. Salivary brain-derived neurotrophic factor and cortisol associated with psychological alterations in university students. *Diagnostics (Basel)*. 2024; 14 (4): 447. DOI: 10.3390/diagnostics14040447.
- Jiang BC, Zhang J, Yang M, Yang HD, Zhang XB. Prevalence and risk factors of depressive and anxiety symptoms and functional constipation among university students in Eastern China. *World J Psychiatry*. 2025; 15 (6): 106451. DOI: 10.5498/wjp.v15.i6.106451.
- Modzelewski S, Naumowicz M, Suprunowicz M, Oracz AJ, Waszkiewicz N. The impact of seasonality on mental health disorders: A narrative review and extension of the immunoseasonal theory. *J Clin Med*. 2025; 14 (4): 1119. DOI: 10.3390/jcm14041119.
- Fiksdal A, Hanlin L, Kuras Y, Gianferante D, Chen X, Thoma MV, et al. Associations between symptoms of depression and anxiety and cortisol responses to and recovery from acute stress. *Psychoneuroendocrinology*. 2019; 102: 44–52. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2018.11.035.
- Mendes SS, Martino MMF, Borghi F, Rocha-Teles CM, Souza AL, Grassi-Kassisse DM. Psychological stress factors and salivary cortisol in nursing students throughout their training. *Rev Esc Enferm USP*. 2022; 56: 20220078. DOI: 10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0078en.
- Kaur J, Gandhi J, Sharma S. Physiology, Cortisol. [Updated 2025 Dec 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2026. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538239/>.
- Mazgelytė E, Karčiauskaitė D. Cortisol in metabolic syndrome. *Adv Clin Chem*. 2024; 123: 129–56. DOI: 10.1016/bs.acc.2024.06.008.
- Alotiby A. Immunology of stress: A review article. *J Clin Med*. 2024; 13 (21): 6394. DOI: 10.3390/jcm13216394.
- Oo WJ, Lim CL, Goh MH, Koh RY. Serum cortisol and cardiovascular disease risk — a potential biomarker. *Curr Cardiol Rev*. 2025; 21 (3): e1573403X328499. DOI: 10.2174/011573403X328499241106064553.
- George MY, Abdel Mageed SS, Mansour DE, Fawzi SF. The cortisol axis and psychiatric disorders: an updated review. *Pharmacol Rep*. 2025; 77 (6): 1573–99. DOI: 10.1007/s43440-025-00782-x.
- Zhu J, Zhou S, Jiang M, Wang W, Yan J. Impact of mild cortisol excess on osteoporosis and the mediating role of sarcopenia-related traits: A Mendelian randomization study. *Medicine (Baltimore)*. 2025; 104 (35): e44153. DOI: 10.1097/MD.00000000000044153.

References

1. Shestera AA, Trankovskaya LV, Kaptsov VA, Nagirnaya LN. Sovremennaya kharakteristika sostoyaniya zdorov'ya studentov vysshikh uchebnykh zavedenij i faktorov, ego formiruyushchikh (obzor literatury). *Gigiena i sanitariya*. 2024; 11 (103): 1361–7 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-11-1361-1367.
2. Li W, Zhao Z, Chen D, Peng Y, Lu Z. Prevalence and associated factors of depression and anxiety symptoms among college students: a systematic review and meta-analysis. *J Child Psychol Psychiatry*. 2022; 63 (11): 1222–30. DOI: 10.1111/jcpp.13606.
3. Ramón-Arhués E, Gea-Caballero V, Granada-López JM, Juárez-Vela R, Pellicer-García B, Antón-Solanas I. The prevalence of depression, anxiety and stress and their associated factors in college students. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17 (19): 7001. DOI: 10.3390/ijerph17197001.
4. Paiva U, Cortese S, Flor M, Moncada-Parra A, Lecumberri A, Eudave L, et al. Prevalence of mental disorder symptoms among university students: An umbrella review. *Neurosci Biobehav Rev*. 2025; 175: 106244. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2025.106244.
5. Tarasov AV, Rakhmanov RS, Bogomolova ES, Skoblina NA, Ivanova S, Sukhikh SA, et al. Study of the effects of a diet with functional foods on the adaptogenicity of first-year students to the student lifestyle. *Sustainability*. 2023; 15 (12): 9594. DOI: 10.3390/su15129594.
6. Timofeev DA, Sazanova GYu, Tsvigajlo MA, Vlasova MV, Dolgova EM. Vysokij uroven' trevozhnosti kak znachimyj faktor riska v otsenke zdorov'ya i sotsial'nogo samochuvstviya studentov meditsinskogo universiteta. *Problemy sotsial'noj gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*. 2023; 31 (6): 1390–5 (in Rus.). DOI: 10.32687/0869-866X-2023-31-6-1390-1395.
7. Quan L, Lu W, Zhen R, Zhou X. Post-traumatic stress disorders, anxiety, and depression in college students during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study. *BMC Psychiatry*. 2023; 23 (1): 228. DOI: 10.1186/s12888-023-04660-9.
8. Haruna U, Mohammed AR, Braimah M. Understanding the burden of depression, anxiety and stress among first-year undergraduate students. *BMC Psychiatry*. 2025; 25 (1): 632. DOI: 10.1186/s12888-025-07069-8.
9. Al-Garni AM, Shati AA, Almonawar NA, Alamri GM, Alasmre LA, Saad TN, et al. Prevalence of depression, anxiety, and stress among students enrolled at King Khalid University: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2025; 25 (1): 354. DOI: 10.1186/s12889-025-21277-7.
10. Vrabková I, Vaňková I. Analysis of university students' perception of mental health. *BMC Public Health*. 2025; 25 (1): 3868. DOI: 10.1186/s12889-025-25213-7.
11. Nijakowski K, Gruszczyński D, Łaganowski K, Furmańczyk J, Brożek A, Nowicki M, et al. Salivary morning cortisol as a potential predictor for high academic stress level in dental students: A preliminary study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19 (5): 3132. DOI: 10.3390/ijerph19053132.
12. Vojtovich AA. Analiz povedencheskikh riskov u podrostkov s ograničennymi vozmožnostyami zdorov'ya, imeyushchikh različnye urovni trevozhnosti. *Rossijskij mediko-biologičeskij vestnik imeni akademika I. P. Pavlova*. 2019; 27 (4): 468–74 (in Rus.). DOI: 10.23888/PAVLOVJ2019274468-474.
13. Špiljak B, Vilibić M, Glavina A, Crnković M, Šešerko A, Lugović-Mihčić L. A review of psychological stress among students and its assessment using salivary biomarkers. *Behav Sci (Basel)*. 2022; 12 (10): 400. DOI: 10.3390/bs12100400.
14. Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*. 1983; 67 (6): 361–70. DOI: 10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x.
15. Nagane M, Oyama Y, Tamalu F, Miwa N. Salivary cortisol as a marker for assessing the problem-focused coping style of stressed students during the first year of university: An experimental study. *Health Sci Rep*. 2023; 6 (6): 1280. DOI: 10.1002/hsr2.1280.
16. Hakeem MK, Sallabi S, Ahmed R, Hamdan H, Mameri A, Alkaabi M, et al. A dual biomarker approach to stress: hair and salivary cortisol measurement in students via LC-MS/MS. *Anal Sci Adv*. 2025; 6 (1): 70003. DOI: 10.1002/ansa.70003.
17. Suh M. Salivary cortisol profile under different stressful situations in female college students: moderating role of anxiety and sleep. *J Neurosci Nurs*. 2018; 50 (5): 279–85. DOI: 10.1097/JNN.0000000000000394.
18. Ballestar-Tarín ML, Ibáñez-Del Valle V, Mafla-España MA, Navarro-Martínez R, Cauli O. Salivary brain-derived neurotrophic factor and cortisol associated with psychological alterations in university students. *Diagnostics (Basel)*. 2024; 14 (4): 447. DOI: 10.3390/diagnostics14040447.
19. Jiang BC, Zhang J, Yang M, Yang HD, Zhang XB. Prevalence and risk factors of depressive and anxiety symptoms and functional constipation among university students in Eastern China. *World J Psychiatry*. 2025; 15 (6): 106451. DOI: 10.5498/wjp.v15.i6.106451.
20. Modzelewski S, Naumowicz M, Suprunowicz M, Oracz AJ, Waszkiewicz N. The impact of seasonality on mental health disorders: A narrative review and extension of the immunoseasonal theory. *J Clin Med*. 2025; 14 (4): 1119. DOI: 10.3390/jcm14041119.
21. Fiksdal A, Hanlin L, Kuras Y, Gianferante D, Chen X, Thoma MV, et al. Associations between symptoms of depression and anxiety and cortisol responses to and recovery from acute stress. *Psychoneuroendocrinology*. 2019; 102: 44–52. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2018.11.035.
22. Mendes SS, Martino MMF, Borghi F, Rocha-Teles CM, Souza AL, Grassi-Kassisse DM. Psychological stress factors and salivary cortisol in nursing students throughout their training. *Rev Esc Enferm USP*. 2022; 56: 20220078. DOI: 10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0078en.
23. Kaur J, Gandhi J, Sharma S. Physiology, Cortisol. [Updated 2025 Dec 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2026. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538239/>.
24. Mazgelytė E, Karčiauskaitė D. Cortisol in metabolic syndrome. *Adv Clin Chem*. 2024; 123: 129–56. DOI: 10.1016/bs.acc.2024.06.008.
25. Alotiby A. Immunology of stress: A review article. *J Clin Med*. 2024; 13 (21): 6394. DOI: 10.3390/jcm13216394.
26. Oo WJ, Lim CL, Goh MH, Koh RY. Serum cortisol and cardiovascular disease risk — a potential biomarker. *Curr Cardiol Rev*. 2025; 21 (3): e1573403X328499. DOI: 10.2174/011573403X328499241106064553.
27. George MY, Abdel Mageed SS, Mansour DE, Fawzi SF. The cortisol axis and psychiatric disorders: an updated review. *Pharmacol Rep*. 2025; 77 (6): 1573–99. DOI: 10.1007/s43440-025-00782-x.
28. Zhu J, Zhou S, Jiang M, Wang W, Yan J. Impact of mild cortisol excess on osteoporosis and the mediating role of sarcopenia-related traits: A Mendelian randomization study. *Medicine (Baltimore)*. 2025; 104 (35): e44153. DOI: 10.1097/MD.00000000000044153.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

А. Л. Еремин¹✉, Н. М. Богатов¹, Н. Е. Бей¹, В. А. Баранов², А. В. Кленевский³, Т. С. Дахужев⁴¹ Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия² Управление Роспотребнадзора по Краснодарскому краю, Краснодар, Россия³ Клинический онкологический диспансер № 1, Краснодар, Россия⁴ Адыгейский республиканский клинический онкологический диспансер имени М. Х. Ашхамафа, Майкоп, Россия

Технологии на основе ионизирующих излучений (ИИ) проникли во многие сферы человеческой деятельности — от атомной энергетики и оборонных комплексов до медицинской диагностики и терапии, что делает проблему гигиенической оценки воздействия ИИ междисциплинарной и сохраняющей высокую научно-практическую значимость. Целью работы было проанализировать проблемы и подходы к верифицированной оценке влияния «доза–эффект» физического фактора ИИ для обоснования целесообразности унификации на современном этапе норм радиационной безопасности (НРБ) и императива доказательной и профилактической медицины. Проанализированы публикации НРБ МАГАТЭ и СанПиН, дозы по клиническим рекомендациям Минздрава России 2020–2025 гг., ряд компьютерных систем дозиметрического планирования, учебные пособия и пособия для специалистов. Имеет место несоответствие национальных, ведомственных, международных норм, доз, единиц измерений. Люди некоторых профессий (летчики, космонавты) подвергаются воздействию ИИ, превышающему естественный фон на земле в десятки и сотни раз. В клинических рекомендациях Минздрава России дозы для лучевой терапии разной локализации различаются в десятки раз. Зафиксирован недостаток учебных компьютерных систем по планированию лучевой терапии. Авторами переведены на русский язык для открытого использования три учебных пособия МАГАТЭ, ВОЗ. Признано целесообразным организовать межведомственное взаимодействие при разработке и утверждении новых НРБ с учетом современного российского и международного опыта; верифицировать дозы лучевой терапии в клинических рекомендациях; унифицировать дозы для отдельных профессий и методики оценки профессиональных радиационных рисков; внедрить в образовательный процесс вузов компьютерные программы планирования лучевой терапии, учебные пособия и руководства ВОЗ, МАГАТЭ.

Ключевые слова: ионизирующие излучения, нормы радиационной безопасности, гигиена труда, дозы

Вклад авторов: А. Л. Еремин — дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Н. М. Богатов — редактирование, концепция медицинской физики; Н. Е. Бей — анализ клинических рекомендаций Минздрава России, компьютерных программ; В. А. Баранов — анализ правоприменительной практики контроля НРБ; А. В. Кленевский — анализ НРБ в клинике; Т. С. Дахужев — апробация компьютерных систем дозиметрического планирования; все авторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

✉ **Для корреспонденции:** Алексей Львович Еремин
ул. Ставропольская, д. 149, г. Краснодар, 350040, Россия; aereimin@yandex.ru

Статья получена: 22.07.2026 **Статья принята к печати:** 08.08.2026 **Опубликована онлайн:** 18.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.173

Авторские права: © 2026 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/>).

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE HYGIENIC REGULATION OF IONIZING RADIATION

Eryomin AL¹✉, Bogatov NM¹, Bey NE¹, Baranov VA², Klenevskii AV³, Dahuzhev TS⁴¹ Kuban State University, Krasnodar, Russia² Office of Rosпотребнадзор in the Krasnodar Region, Krasnodar, Russia³ Clinical Oncological Dispensary No. 1, Krasnodar, Russia⁴ Ashkhamaf Adygeya Republican Clinical Oncological Dispensary, Maikop, Russia

Technologies based on ionizing radiation (IR) are used in many areas of human activity, ranging from nuclear energy and national defense to medical diagnosis and therapy. Consequently, the hygienic assessment of the effects of IR is a scientifically and practically important interdisciplinary problem. This study aimed to analyze the challenges encountered and the approaches used to assess the radiation dose–effect relationship, thereby substantiating the need to harmonize radiation safety standards (RSS) at the current stage and highlighting the central role of evidence-based and preventive medicine in this field. We reviewed, researched, and analyzed IAEA's "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards" and Russian SanPiN (sanitary norms and regulations) documentation, dose-related recommendations issued by the Russian Ministry of Health between 2020 and 2025, radiation therapy software solutions, and training manuals and clinical practice guidelines. The effort revealed a discrepancy between national, departmental, and international standards, dose tiers, and units of measurement. In some professions, such as piloting and spaceflight, occupational exposure to ionizing radiation exceeds the natural terrestrial background level by tens or even hundreds of times. The radiation-therapy doses specified in the Russian Ministry of Health's clinical recommendations differ by as much as tenfold across anatomical sites. There is a shortage of educational software designed to teach radiation therapy treatment planning. The authors translated three textbooks published by the IAEA and WHO into Russian and made these freely available. The following measures were identified as feasible and advisable: organizing interdepartmental cooperation on the development and approval of new RSS, taking into account current Russian and international practices; verifying radiotherapy dose recommendations in clinical guidelines; aligning dose categories for specific professions and harmonizing methods for assessing occupational radiation risks; and supplementing university curricula with radiotherapy-planning software, as well as WHO and IAEA textbooks and guidelines.

Keywords: ionizing radiation, radiation safety standards, occupational health, doses

Author contribution: Eryomin AL — study design, material collection and processing, text authoring; Bogatov NM — text editing, formalization of the concept of medical physics; Bey NE — analysis of clinical recommendations of the Ministry of Health of Russia, review of software solutions; Baranov VA — analysis of the law enforcement practice in the field of RSS control; Klenevskii AV — analysis of RSS in the clinical practice; Dahuzhev TS — testing of radiotherapy planning software; all authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

✉ **Correspondence should be addressed:** Alexey L. Eryomin
Stavropolskaya, 149, Krasnodar, 350040, Russia; aereimin@yandex.ru

Received: 22.07.2026 **Accepted:** 08.08.2026 **Published online:** 18.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.173

Copyright: © 2026 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/>).

После открытия ионизирующих излучений (ИИ) в XIX–XX вв. их изучение и практическое применение в XX–XXI столетиях развивались стремительными темпами: были разработаны системы измерений в различных средах — от производственных и природных до космических, установлены закономерности дозовых эффектов в рамках доказательной медицины. Технологии на основе ИИ проникли в ключевые сферы человеческой деятельности — от атомной энергетики и оборонных комплексов до медицинской диагностики и терапии, фундаментальных научных исследований и лучевой терапии с использованием циклотронов и синхротронов, что делает проблему гигиенической оценки воздействия ИИ междисциплинарной и сохраняющей высокую научно-практическую значимость. По данным ВОЗ (2023), ежегодно в мире проводят более 4200 млн радиологических обследований в целях диагностики, 40 млн процедур с использованием ядерных материалов и 8,5 млн процедур лучевой терапии. «Эксперт-физик по контролю за источниками ионизирующих и неионизирующих излучений» и «медицинский физик» — должности, утвержденные приказом Минздрава России (2023) [1], со следующими квалификационными требованиями: высшее образование — специалитет, магистратура по специальности (направлению подготовки) «Медицинская физика». Между тем, для контроля необходимы утвержденные унифицированные нормы, предельно допустимые уровни (ПДУ) ИИ, предельно допустимые дозы (ПДД) облучения, а для эффективного и безопасного планирования лучевой терапии — разовые очаговые дозы (РОД), суммарные очаговые дозы (СОД). На международном уровне с целью межведомственной унификации норм стал переход от ряда специализированных организаций системы ООН к обозначению головной, обобщающей и публикующей работы по теме МАГАТЭ [2] во взаимодействии с ВОЗ. В России нормы радиационной безопасности (НРБ) традиционно утверждает Роспотребнадзор.

Целью работы было проанализировать проблемы и подходы к верифицированной оценке влияния «доза–эффект» физического фактора ИИ для обоснования целесообразности унификации на современном этапе норм радиационной безопасности (НРБ) и императива доказательной и профилактической медицины.

Материалы и методы

Проведен сравнительный анализ международной и российской нормативных баз: НРБ МАГАТЭ и СанПиН; практического опыта правоприменительной практики, доз по клиническим рекомендациям Минздрава России 2020–2025 гг., ряда компьютерных систем дозиметрического планирования, учебных пособий и пособий для специалистов.

Эволюция единиц измерений ИИ и современная унификация в системе СИ

В 1928 г. принят «рентген» в качестве первой международной величины для измерения ИИ. В дальнейшем в 1940–1970-х гг. развертка единиц измерений развивалась с определением следующих единиц: кюри, резерфорд, эрг, кулон/кг, Дж/кг, рад, рем (рентгеновский эквивалент), бэр (биологический эквивалент рентгена) и др., в том числе с производными в единицу времени. Многопараметричность совместности с накоплением больших баз данных по «дозам–эффектам»

могла приводить к феномену «запутанного мира радиационной дозиметрии» [3]. В 2018 г. Генеральная конференция по мерам и весам (ГКМВ) одобрила трансформацию Международной системы единиц (СИ-9) [4], в том числе: активность радионуклида — беккерель (Бк), поглощенная доза, керма — грей (Гр), эквивалентная доза — зиверт (Зв). В СИ-9 есть раздел «Единицы величин, описывающие биологические и физиологические явления», где сказано: в медицинской диагностике и терапии для количественной оценки биологической активности также используют единицы, которые пока еще не могут быть выражены в единицах СИ; механизм действия еще недостаточно изучен, чтобы его можно было измерить с точки зрения физико-химических параметров; ввиду их важности для охраны здоровья и безопасности ВОЗ взяла на себя ответственность за определение Международных единиц ВОЗ (WHO IU) биологической активности. В СИ-9 и документах ВОЗ отсутствуют ссылки на «международные единицы» для радиофармпрепаратов (РФП), применяемых как для диагностики, так и для брахитерапии. Это направление может быть важным как при планировании дозо-эффективной брахитерапии, так и в связи с организацией в России к 2026 г. крупнейшего в Европе производства РФП в наукограде Обнинске. Следует отметить и деятельность Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) — например, публикацию по лучевой терапии фотонным излучением [5].

Унификация нормирования безопасности на уровне специализированных учреждений ООН

За 120 лет исследований ИИ влияния на здоровье свой вклад в развитие проблематики внесли международные общественные организации: Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) [6], Международная организация по медицинской физике (IOMP), Международное агентство по исследованию рака (МАИР) и др. На межгосударственном уровне произошел переход с фактической передачей в 2012 г. ВОЗ [2] функций головной структуры по нормированию Международному агентству по атомной энергии (МАГАТЭ), которое и опубликовало Международные нормы безопасности и радиационной защиты (НРБ МАГАТЭ) [7] от имени специализированных организаций-спонсоров — ВОЗ, Международной организации труда (МОТ), Панамериканской организации здравоохранения (ПАОЗ), Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Следует отметить вклад Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН), который в 2022 г. в докладе Генеральной Ассамблеи ООН «Источники, воздействие и риски, связанные с ИИ» представил комплексную глобальную оценку частоты и доз медицинского облучения, их распределения и тенденций в медицинских категориях, оценку профессионального воздействия ИИ и др. [8].

Нормы радиационной безопасности (НРБ) в России, целесообразность сравнительного анализа, обновления и межведомственного взаимодействия

Роспотребнадзор как наследник системы государственного санитарного надзора СССР традиционно утверждает НРБ в России. Сложившаяся традиция логична в условиях развитых ранее социальной гигиены и организации

здравоохранения; радиационной гигиены, гигиены труда, гигиены детей и подростков, профилактической медицины, в том числе предупреждения и борьбы с онкозаболеваемостью (второй по значимости причиной смертности населения), определения рисков для здоровья населения и предупреждения отрицательного влияния физического фактора. Учитывая утверждение 15 лет назад норм в Санитарных правилах и нормативах [9, 10] и активное обновление единиц, доз, норм и накоплении больших данных измерений и оценки, целесообразно обновить и российское законодательство. В России производственный контроль, утверждение норм, доз ИИ, федеральный государственный надзор за их соблюдением в настоящее время носят многоведомственный характер и осуществляются в системах Роспотребнадзора, Росздравнадзора и Минздрава, Ростехнадзора, Федерального медико-биологического агентства, РАН, Росатома, Ростеха, Министерства обороны России, Роскосмоса и др. [11–14]. Учитывая международный опыт и российскую специфику, перспективы развития в медицинской физике, атомной, авиакосмической и других отраслях экономики, целесообразно организовать межведомственное взаимодействие при разработке и утверждении новых НРБ. Существует проблема отмены лицензирования: лицензированием обслуживания генерирующих источников ионизирующего излучения, используемых в медицинской деятельности, радиологических медицинских изделий, никто не занимается, или эта функция переходит к Росздравнадзору и пр. Целесообразно проанализировать квалификацию, приборную и кадровую обеспеченность для специализированного федерального надзора и производственного контроля.

Некоторые аспекты для углубленного сравнительного анализа и перспективного учета при обновлении НРБ

Введенные в действие в 2025 г. новые СанПиН 2.6.4115-25 [15] ссылками подтверждают актуальность и действие базовых СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) [9] и СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010) [10]. Следует отметить, что в СанПиН 2.6.4115-25 для обозначения больших активностей содержатся ссылки на единицу измерения «кюри», которая хотя и была допущена к применению в России (2009) [16], но по данным ряда источников считается устаревшей, в связи с чем в системе СИ заменена на «беккерель». Национальный институт стандартов и технологий (NIST) настоятельно не рекомендует продолжать использовать кюри (так же как и рентген, рад и бэр) [17]. Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) в своих рекомендациях относит кюри (наряду с радом и рентгеном) к таким единицам измерения, «которые могут временно применяться до даты, установленной национальными предписаниями, но которые не должны вводиться, если они не используются» [18], что целесообразно учесть в будущем при пересмотре российского законодательства. Опубликованные в СанПиН НРБ-99/2009 «годовые пределы дозы и соответствующий фатальный риск» соответствуют МКРЗ-2007 и НРБ МАГАТЭ, за исключением непрерывной функции взвешивающего коэффициента излучения для нейтронов. Между тем, «весовые тканевые коэффициенты и соответствующие им коэффициенты риска» обозначены и соответствуют Публикации МКРЗ 60 (1991), но отсутствуют данные и ссылки на более позднюю Публикацию МКРЗ 103 (2007) [6].

Контроль и нормы при рентген-радиологических исследованиях и техническом обслуживании источников ионизирующего излучения в России

Актуальность дозиметрического сопровождения при рентген-радиологических исследованиях (РРИ) в России показана гигиенистами [19, 20]. В Постановлении Правительства РФ [21] и приказе Минздрава России [1] при лицензировании правоприменительная практика касается «немедицинского использования ИИ». Опубликован современный анализ радиационных аварий в лучевой и радионуклидной диагностике и терапии со сравнением российских и международных подходов к терминологии и классификации [22].

Перспективы развития лучевой терапии в России и актуальность унификации в медико-техническом обеспечении

В соответствии с аналитическими обзорами уровень оснащённости России высокими технологиями для лучевой терапии соответствовал стандартам развивающихся стран [23]. В 2020 г. Правительство РФ приняло постановление о развитии синхротронной и нейтронной инфраструктуры [24], в том числе о ликвидации отставания в развитии в России протонной лучевой терапии к 2027 г., определении головной научной организации по выполнению программы НИЦ «Курчатовский институт» [25]. Между тем, при организации здравоохранения следует отметить растущую необходимость учета и преодоления сложившегося неравномерного распределения высокотехнологичной медпомощи в России. Проблему пока сложно преодолеть — с «медицинским туризмом» на тысячи километров, наличием и перспективным развитием только в отдельных регионах протонной, нейтронной, нейтрон-захватной терапии, установок «гамма-нож»; карботерапии (углеродной, ионами углерода) и др. Исследования нейтрон-захватной терапии ведут в г. Новосибирске в ИЯФ имени Г. И. Будкера [26], а также в НИЯУ МИФИ, совместно с Российским онкологическим научным центром имени Н. Н. Блохина и ФМБЦ имени А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства (ФМБА) России. Наблюдается неравномерность внедрения современных методов лучевой терапии по регионам России. Например, в Южном федеральном округе (ЮФО) и Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО) с общим населением 27 млн человек отсутствуют протонная, нейтронная терапия и ряд других высокотехнологичных методов и установок для радиотерапии. Следует отметить целесообразность анализа на федеральном уровне и принятия мер по обеспечению как высокотехнологичным оборудованием, так и кадрами — инженерами медтехники (направление подготовки «Биотехнические системы и технологии» и др.), организаторами здравоохранения и другими, с сопоставлением с международным опытом (МАГАТЭ) планирования служб лучевой терапии [27]. Для совершенствования и унификации подходов для инженеров медтехники, технических служб по обслуживанию радиотерапевтической техники в клиниках авторы совместно с коллегами перевели на русский язык международные технические спецификации радиотерапевтического оборудования для лечения онкологии, разработанные ВОЗ-МАГАТЭ, и разместили их в открытом доступе [28].

Таблица 1. Результаты анализа количества, диапазона, нижнего и верхнего пределов доз облучения (Гр) при лучевой терапии различных видов новообразований по 90 утвержденным Минздравом России клиническим рекомендациям (2020–2025 гг.)

Протокол лечения	Число фракций	Разовая очаговая доза, Гр	Суммарная очаговая доза, Гр
Протоколы Минздрава России 2020–2025 гг.	1,0–50,0	0,5–40,0	2,0–180,0

Дозы облучения в лучевой терапии: от эволюции ориентировочных принципов к доказательной медицине и унификации доз в России

Что касается лучевой терапии в действующих Санитарных правилах и нормах (СанПиН) фактически используется принцип ALARA (англ. As Low As Reasonably Achievable — «как можно ниже, насколько это возможно»), сформулированный еще в 1954 г. МКРЗ. То есть прямо не устанавливая пределы доз для пациентов, расширяют границы дозволенного облучения — до масштабов, которые медицинский персонал сочтет необходимыми. В российских СанПиН принцип оптимизации (ALARA) не подкреплен точными количественными ориентирами и ссылками на современные дозовые ограничения (как для пораженных тканей и органов-мишеней, так и для органов риска), что создает правовую неопределенность. Так, в СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) согласно п. 5.4.1 «...не устанавливаются пределы доз для пациентов, но применяются принципы обоснования назначения медицинских процедур и оптимизации защиты пациентов». В соответствии с п. 4.4. Санитарных правил СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010) «проведение терапевтических рентгенорадиологических процедур должно быть обосновано с учетом требований: риск отказа от лучевой терапии заведомо превышает риск от облучения при ее проведении»; отсутствуют ссылки на специфические общепринятые расчеты «рисков». Согласно п. 4.7. СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010), «оптимизация радиационной защиты пациентов должна предусматривать достижение полезного медицинского эффекта рентгенорадиологических процедур, или лечебного результата, при наименьших возможных уровнях облучения». Следует отметить международную инициативу «Количественный анализ воздействия на нормальные ткани в клинике» (QUANTEC) с накоплением баз данных дозо-эффектных зависимостей для различных органов и тканей, основанных на данных многолетних наблюдений [29, 30]. Ситуация изменилась благодаря накоплению опытных результатов в науке и определению доз в клинических рекомендациях Минздрава России (КР МЗ РФ), утверждаемых на основании постановления Правительства РФ [31]. Намечился переход к профилактической медицине с императивом «не навреди» и к доказательной медицине по эффективности лечения. Это важный фактор современности, так как планирование медицинскими физиками лучевой терапии начинается именно с содержащихся в КР МЗ РФ величин разовой и суммарной очаговой дозы. Нами проведен анализ количества, диапазона, лимитов доз (Гр) фотонной терапии при различных новообразованиях по всем

90 утвержденным (2020–2025 гг.) КР МЗ РФ, в которых лучевая терапия указана как метод возможного лечения, размещенным в специальном разделе «клинических рекомендаций» (clin-rec) на официальном сайте Минздрава России (табл. 1).

В ходе анализа установлено, что дозы облучения в 90 КР МЗ РФ варьируют и различаются в десятки раз: для разовой очаговой дозы (РОД) — от 0,5 до 40,0 Гр, для суммарной очаговой дозы (СОД) — от 7,0 до 180,0 Гр. Следует отметить, что в разработке каждой КР МЗ РФ участвовало большое количество авторитетных специалистов, а дозы в КР МЗ РФ в основном сопровождаются ссылками на публикации в зарубежных источниках.

Разброс количественных значений РОД и СОД между разными нозологиями, с одной стороны, может быть интерпретирован как ожидаемый и оправданный биофизически (твердые/мягкие ткани) и радиобиологически (радиочувствительность). С другой стороны, вопрос касается вариативности доз для одной и той же нозологической стадии развития заболевания, используемых видов излучения и оборудования для лучевой терапии, что требует дальнейших исследований, верификации, расчетов и объяснений.

В ходе исследования разработана табличная матрица по клиническим рекомендациям Минздрава России, где и аккумулировали данные для первичного анализа доз облучения. Для понимания масштаба проблемы и демонстрации широкого диапазона доз облучения примеры из конкретных протоколов приведены в табл. 2.

Разницу доз облучения для различных онкопораженных органов-мишеней (в КР МЗ РФ — в десятки раз) можно сравнить с разницей «взвешивающих коэффициентов для различных тканей и органов при калькуляции эффективной дозы» (СП 2.6.1.2612-10; Публикация МКРЗ 60, 1991), которые различаются в 20 раз — от 0,01 для клеток костных поверхностей до 0,20 для гонад; взвешивающих коэффициентов тканей, различающихся в 12 раз — от 0,01 до 0,12 (по Публикации МКРЗ 103, 2007). Это может также свидетельствовать о необходимости дальнейших научных исследований в области доказательной медицины, расчетов и обоснованных объяснений.

Нормативы и руководства для специалистов, аспекты гиперинформационной многоведомственности, целесообразности унификации, сравнения с международным опытом

При исторически развитых ядерных технологиях, атомной промышленности, экономических отраслях, где применяют ИИ в России, руководств и рекомендаций по общим вопросам радиационной безопасности множество.

Таблица 2. Табличная матрица доз облучения по протоколам клинических рекомендаций (образец с двумя примерами)

Нозологическая единица	РОД, Гр	СОД, Гр
Рак предстательной железы*	1,8–19,0	8,0–160,0
Фолликулярная лимфома**	1,8–2,0	4,0–30,0

Примечание: * — Рак предстательной железы. МКБ-10: C61. Клинические рекомендации. М.: МЗ РФ, 2021; ** — Фолликулярная лимфома. МКБ-10: C82, C85.9. Клинические рекомендации. М.: МЗ РФ, 2024.

Таблица 3. Предельные значения радиационного воздействия для специалистов агентств-партнеров МКС и нормы профессионального облучения в СанПиН НРБ-99/2009 и НРБ МАГАТЭ

Космические агентства, Роспотребнадзор, МАГАТЭ — субъекты нормирования	Лимит карьеры/ профессиональные нормы	Зависимость от пола/возраста
Роскосмос * Канадское космическое агентство * Европейское космическое агентство *	1000 мЗв	Отсутствует
Японское агентство аэрокосмических исследований *	3% REID в среднем	Нижний предел: 500 мЗв для женщин в возрасте от 27 до 30 лет. Верхний предел: 1000 мЗв для мужчин старше 46 лет
НАСА США (текущее) *	3% REID при уровне достоверности 95%	Нижний предел: ~180 мЗв для женщин 30 лет. Верхний предел: ~700 мЗв для мужчин 60 лет
НАСА (предлагаемое обновление) *	600 мЗв	Отсутствует
Роспотребнадзор, нормы профессионального облучения, СанПиН НРБ-99/2009	Годовые пределы доз 100 мЗв за 5 лет, но не более 50 мЗв за год	Отсутствует
МАГАТЭ, нормы профессионального облучения, НРБ МАГАТЭ-2015	Годовые пределы доз 100 мЗв за 5 лет, но не более 50 мЗв за год	Отсутствует

Примечание: * — данные [47].

По ссылкам на официальные нормативные библиотеки и коды — действующие СанПиН на официальном сайте Роспотребнадзора «Перечень нормативных правовых актов, содержащих обязательные требования в области использования источников ионизирующего излучения»; утвержденные Роспотребнадзором методические указания (МУ) и рекомендации (МР), касающиеся радионуклидной диагностики с радиофармпрепаратами (МУ 2.6.1.1892-04), лучевой терапии (МУ 2.6.1.2135-06), брахитерапии (МУ 2.6.1.2712-10), ликвидации последствий радиационной аварии (МР 2.6.1.0360-24) и др.; утвержденные Росстандартом государственные стандарты (ГОСТ), касающиеся средств индивидуальной защиты персонала медучреждений от воздействия ИИ (ГОСТ Р 58168—2018), методов контроля при лучевой терапии (ГОСТ Р 57517—2017), радиометрических приборов (ГОСТ Р 57518—2017), радиометрического контроля (ГОСТ Р 72075—2025) и др.; 103 действующих нормативных правовых акта (НП) федеральных норм и правил в области использования атомной энергии на официальном сайте Ростехнадзора. Система законодательства, утверждаемая и контролируемая Ростехнадзором, касается радиационной безопасности и разрабатывается в соответствии со статьей 6 Федерального закона № 170-ФЗ [32]. В правоприменительной практике это имеет значение для здоровья населения. В частности, развернута дискуссия по утверждению нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и установлению границ санитарно-защитной зоны (СЗЗ) по границе площадки АЭС [33]. А это важно для экспертиз организации новых АЭС, в том числе при строительстве «Южной АЭС» и других в соответствии с утвержденной Правительством РФ схемой размещения до 2042 г. объектов электроэнергетики [34]. В МАГАТЭ для специалистов разработано множество справочников, касающихся в том числе руководств по реагированию медицинских физиков на радиологическую аварию [35], радиационной защиты при медицинском использовании ИИ (совместно с ВОЗ и МОТ) [36], выбора технологий для лучевой терапии с учетом радиационной безопасности [37], глоссариев по ядерной безопасности и физической защите [38], определения поглощенной дозы при лучевой терапии, международных рекомендаций по дозиметрии [39], требований к точности и факторов

неопределенности в лучевой терапии [40] и др. Появились перечни литературы на русском языке для медицинских физиков, работающих в области лучевой терапии новообразований [41].

К нормированию радиационной безопасности в авиакосмической медицине

В ряде исследований значимости ИИ для здоровья летчиков показано, что на высотах от 9000 до 12000 м ИИ могут превышать естественный радиационный фон в 31–41 раз [42]. Рассмотрен риск влияния ИИ на здоровье летчиков [43]. Проведено сравнение величин ИИ (космическая радиация), получаемых членами экипажей воздушных судов эффективные дозы, с показателями, рекомендованными международными организациями [44]. Между тем, отсутствуют утвержденные нормы радиационной безопасности ИИ в авиационной медицине. Опыт по радиационной безопасности, накопленный в России за шестидесятилетие пилотируемых полетов в космос, сопоставлен с российским законодательством и международными рекомендациями [45]. Проанализированы ретроспектива нормирования, оценки суммарного радиационного риска и возможного сокращения продолжительности жизни космонавтов при длительных орбитальных и межпланетных полетах [46]. На современном этапе развития, связанном с функционированием на околоземной орбите Международной космической станции (МКС), следует отметить различные подходы национальных космических агентств к предельным дозам — как с зависимостью от пола/возраста, так и по лимитам в мЗв или риску радиационно-индуцированной смерти (REID) [47]. Проведен сравнительный анализ норм доз (табл. 3).

Актуальность стратегий национальных космических агентств, их совместных проектов в области пилотируемых полетов и исследований неуклонно возрастает. Федеральным законом [48] утверждено сотрудничество РФ и КНР в области создания Международной научной лунной станции. В документе НАСА «Цели миссии «Луна-Марс» изложен подход к реализации программы агентства по исследованию дальнего космоса с участием человека [49], в том числе программа «Артемиды» с созданием базы на Луне для обеспечения пилотируемых полетов

на Марс. Риск, связанный с освоением космоса, ложится на плечи небольшой группы людей (космонавтов, астронавтов, тайконавтов, вьоманавтов), но выгоду от них получает все общество. Такой дисбаланс возлагает на космические агентства ответственность за обеспечение максимальной защиты специалистов (корпус корабля и станций, скафандры, время воздействия), призванной свести к минимуму сбой в работе во время полета, на протяжении всей их карьеры и после ухода из агентств. Предпринимаются попытки прогнозирования рисков лунных и марсианских миссий с учетом их продолжительности (дни), поглощенных доз (Гр), эффективных доз (мЗв), смертельного риска (%) [47]. Следует отметить и аспекты радиационной безопасности, развиваемые в России в связи с перспективой создания космических аппаратов с ядерными реакторами [50].

Высшее образование и учебники для вузов по медицинской физике, радиационной гигиене и дозиметрии

Кадровая потребность в медицинских физиках при радионуклидной терапии и диагностической визуализации обозначена МАГАТЭ [51]. Следует отметить оценочный анализ: почему медицинская дозиметрия является профессией только в США и что это значит для медицинских физиков во всем мире [52]. Подтверждена актуальность обеспечения в России дозиметрического сопровождения планирования и оценки эффективности лечения как фундаментальной методологической основы современной радионуклидной терапии [53]. В образовании и популяризации системы знаний целесообразно утвердить рациональный подход с позиций доказательной медицины и информационной гигиены с целью профилактики радиофобий, предоставления в сжатом виде верифицированной информации в «поиске знаний» в гиперинформационном обществе [54]. В России учебные пособия по радиационной гигиене, дозиметрии, радиационной медицинской физике для вузов разработаны специалистами ряда вузов и НИИ [55–61]. В связи с их разнообразием и количеством важной является унификация с учетом международного опыта. Разработаны учебники международного уровня (МАГАТЭ). Их преимуществом является то, что они подготовлены лучшими специалистами из десятков стран, охватывают широкий круг вопросов, включая радиационную физику, дозиметрию и приборы, качество изображения и его восприятие, способы визуализации, специфические темы, достижения в области цифровых технологий, а также радиационную биологию, защиту, нормы безопасности, одобрены несколькими международными профессиональными организациями, могут быть полезны для тех, кто готовится к сертификации как медицинский физик, радиолог или рентгенолог. Между тем, несмотря на то что Россия является членом МАГАТЭ, ряд объемных учебников не переведен на русский язык. Авторы совместно с коллегами перевели на русский язык обширные (общий объем 1494 с.) учебные пособия по физике ядерной медицины и диагностической радиологии для преподавателей и студентов (МАГАТЭ) и разместили их в открытом доступе [62, 63].

Учебные клинические компьютерные системы дозиметрического планирования

В соответствии с распоряжениями Правительства РФ, касающимися цифровой трансформации в области высшего образования [64] и здравоохранения [65], особое значение имеет анализ наличия, разработки, обучения в вузах и внедрения компьютерных систем дозиметрического планирования облучения при лучевой терапии, проверки-верификации эффективности и безопасности планирования, калькуляции доз и т. д. с учетом отечественных КР МЗ РФ, зарубежного опыта и медицинско-технического обеспечения, международных практических рекомендаций [39, 40]. В ходе нашей работы установлено, что к 2026 г. в РФ появились 12 клинических платформ дозиметрического планирования и ни одной учебной, при этом за рубежом их 33, а образовательных пять. Клинические отечественные системы — это «АМФОР», «Гаммаплан РТ», «СканПлан», «Plan B», «Plan N», «Plan D», «Rplan», Plan X ДЛТ, Plan P, Plan NE, Plan I, «MMS». Клинические зарубежные компьютерные системы планирования — это «3DVH», «Accuray», «Contour+», «Corvus», «Delta4DVH Anatomy», «Eclipse», «ERGO++», «FULLACCESS», «GPT-RadPlan», «HDR+», «MultiPlug», «Plan RT», «MIM Symphony», «MONACO», «Multiplan», «MIM Maestro», «Panther TPS», «Plan W», «BrainlabElements», «PlanIQ», «Prism», «RapidPlan», «SagiPlan», «Spot», «SunSCAN 3D», «Theraplan Plus», «TOPAS», «Tracer», «VariSeed», «Vitesse», «XiO-CE 3D», «Pinnacle», «Focal». Учебные зарубежные компьютерные комплексы — это «FoCa», «MuriPlan», «OpenTPS», «PortPy», «Vert». При этом для планирования телетерапии и брахитерапии определены 14 комплексов дозиметрического планирования, отдельно для телетерапии — 29, для брахитерапии — 7.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распространение ионизирующих излучений (ИИ) при развитии современных технологий, освоении сфер деятельности человека, применении в медицине требует особого внимания к проблемам влияния ИИ на здоровье населения, организации здравоохранения, нормирования, высшего образования квалифицированных специалистов. Актуальна организация межведомственного взаимодействия при разработке и утверждении новых норм радиационной безопасности (НРБ) с учетом исторически сложившейся российской специфики и современного международного опыта.

В прикладных, узкоспециализированных аспектах целесообразными являются:

- анализ на местах квалификации специалистов, кадровой обеспеченности медицинскими физиками, экспертами по измерениям физических факторов для специализированного федерального надзора и производственного контроля, обеспеченности измерительными приборами;
- унификация оценки профессиональных радиационных рисков, нормативов доз для отдельных профессий;
- внедрение в образовательный процесс вузов международных учебных пособий ВОЗ, МАГАТЭ и разработка учебных компьютерных систем дозиметрического планирования лучевой терапии.

Литература

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 2.05.2023 № 206н «Об утверждении Квалификационных требований к медицинским и фармацевтическим работникам с высшим образованием».
2. ВОЗ. Исполнительный комитет. Сто тридцать первая сессия. EB131/11. 22 мая 2012 г. Доклад секретариата. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности.
3. Boyd MA. The confusing world of radiation dosimetry — 9444. WM2009 Conference Waste Management for the Nuclear Renaissance. USA, Phoenix, 2009; 1–5.
4. Международная система единиц (SI). Издание 9-е. М.: Росстандарт, 2019.
5. Назначение, протоколирование и отчетность в лучевой терапии фотонным излучением с модуляцией интенсивности. Доклад МКРЕ № 83. Издание Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям. М.: МИФИ, 2020.
6. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ). М.: Алана, 2009.
7. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Вена: МАГАТЭ, 2015.
8. UNSCEAR 2020/2021 Report. Sources, effects and risks of ionizing radiation. NY.: UN, 2022.
9. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».
10. Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)».
11. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
12. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».
13. Санитарные правила СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».
14. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 18.10.2023 № 556н «Об утверждении перечня индикаторов риска нарушения обязательных требований при осуществлении федерального государственного лицензионного контроля (надзора) за деятельностью в области использования источников ионизирующего излучения (генерирующих) (за исключением случая, если эти источники используются в медицинской деятельности)».
15. СанПиН 2.6.4.115-25 «Санитарно-эпидемиологические требования в области радиационной безопасности населения при обращении источников ионизирующего излучения».
16. Постановление Правительства РФ от 31.10.2009 № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации».
17. Thompson A, Taylor BN. Use of the international system of units (SI). NIST Special Publication, Gaithersburg, 2008. DOI: 10.6028/nist.sp.811e2008.
18. Legal units of measurement OIML D 2 Consolidated Edition 2007 (E). International Organization of Legal Metrology. International Document. Paris: OIML, 2007.
19. Онищенко Г. Г., Попова А. Ю., Романович И. К., Водоватов А. В., Башкетова Н. С., Историк О. А. и др. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 1. Тенденции развития, структура лучевой диагностики и дозы медицинского облучения. Радиационная гигиена. 2019; 12 (1): 6–24. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24.
20. Онищенко Г. Г., Попова А. Ю., Романович И. К., Водоватов А. В., Башкетова Н. С., Историк О. А. и др. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 2. Радиационные риски и совершенствование системы радиационной защиты. Радиационная гигиена. 2019; 12 (2): 6–24. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-2-6-24.
21. Постановление Правительства РФ от 25.01.2022 № 45 «О лицензировании деятельности в области использования источников ионизирующего излучения (генерирующих) (за исключением случая, если эти источники используются в медицинской деятельности)».
22. Водоватов А. В., Чипига Л. А., Рыжов С. А., Петрякова А. В., Библин А. М., Горский Г. А. Радиационные аварии в лучевой и радионуклидной диагностике и терапии: сравнение российских и международных подходов к терминологии и классификации. Радиационная гигиена. 2024; 17 (1): 97–110. DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-1-97-110.
23. Хмелевский Е. В., Каприн А. Д. Состояние радиотерапевтической службы России: сравнительный анализ и перспективы развития. Онкология. Журнал им. П. А. Герцена. 2017; 6 (4): 38–41. DOI: 10.17116/onkolog20176438-41.
24. Постановление Правительства РФ от 16.03.2020 № 287 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на период до 2030 года и дальнейшую перспективу».
25. Иванов Е. М., Кленов Г. И., Максимов В. И., Хорошков В. С., Черных А. Н. Перспективы развития протонной терапии в России. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2022; 67 (3): 41–6. DOI: 10.33266/1024-6177-2022-67-3-41-46.
26. Бичурина М. И., Касатов Д. А., Колесников Я. А., Соколова Е. О., Таскаева Ю. С., Таскаев С. Ю. Бор-нейтронозахватная терапия: физические аспекты. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2024; 7 (4): 19–27. DOI: 10.37174/2587-7593-2024-7-4-19-27.
27. Планирование национальных служб лучевой терапии: практическое пособие. Вена: МАГАТЭ, 2015.
28. Технические спецификации радиотерапевтического оборудования для лечения онкологии. ВОЗ-МАГАТЭ. Краснодар: КубГУ, 2025.
29. Количественный анализ повреждений здоровых органов и тканей при проведении лучевой терапии злокачественных новообразований. М.: АМФР, 2015.
30. Лебедева Ж. С. Обзорные статьи по материалам QUANTEC. Медицинская физика. 2018; (4): 80–7.
31. Постановление Правительства РФ от 17.11.2021 № 1968 «Об утверждении Правил поэтапного перехода медицинских организаций к оказанию медицинской помощи на основе клинических рекомендаций, разработанных и утвержденных в соответствии с частями 3, 4, 6–9 и 11 статьи 37 Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
32. Федеральный закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».
33. Курындин А. В., Шаповалов А. С., Орлов М. Ю., Иванов Е. А., Строганов А. А., Тимофеев Н. Б. Соответствие между размерами санитарно-защитной зоны и предельно допустимыми выбросами радиоактивных веществ атомных станций в атмосферу. Ядерная и радиационная безопасность. 2024; 2 (112): 5–17. DOI: 10.26277/SECNRS.2024.112.2.001.
34. Распоряжение Правительства РФ от 30.12.2024 № 4153-р «О Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2042 года».
35. Pocket guide for medical physicists supporting response to a nuclear or radiological emergency. Vienna: IAEA, 2020.
36. Радиационная защита и безопасность при медицинском использовании ионизирующего излучения. Вена: МАГАТЭ, 2023.
37. Selecting megavoltage treatment technologies in external beam radiotherapy. Vienna: IAEA, 2022.
38. IAEA Nuclear Safety and Security Glossary. Vienna: IAEA, 2022.
39. Определение поглощенной дозы при дистанционной лучевой терапии: международные практические рекомендации по дозиметрии. Вена: МАГАТЭ, 2025.
40. Требования к точности и факторы неопределенности в лучевой терапии. Вена: МАГАТЭ, 2022.

41. Ратнер Т. Г. Литература на русском языке для медицинских физиков, работающих в области лучевой терапии злокачественных новообразований. Медицинская физика. 2021; (2): 92–6.
42. Бухтияров И. В., Зибарев Е. В., Бетц К. В. Эпидемиологическое исследование по анализу смертности пилотов воздушных судов гражданской авиации в Российской Федерации. Авиакосмическая и экологическая медицина. 2022; 56 (4): 83–8. DOI: 10.21687/0233-528X-2022-56-4-83-88.
43. Scheibler C, Toprani SM, Mordukhovich I, Schaefer M, Staffa S, Nagel ZD, et al. Cancer risks from cosmic radiation exposure in flight: a review. Front Public Health. 2022; 10: 947068. DOI: 10.3389/fpubh.2022.947068.
44. Okedeyi SA, Kayode YO, Joshua A, Atilade AO, Ikuemonisan FE, Ajose AS, et al. Assessing annual exposures dose and other radiological parameters from cosmic radiation among flight crews in Nigeria local airline. FJS. 2024; 8 (1): 183–9. DOI: 10.33003/fjs-2024-0801-2203.
45. Сакович В. А. Шестидесятилетие пилотируемых космических полетов в свете основных принципов обеспечения радиационной безопасности. Основные принципы в рекомендациях МКРЗ и в российском законодательстве. Радиация и риск. 2022; 31 (1): 64–73. DOI: 10.21870/0131-3878-2022-31-1-64-73.
46. Шафиркин А. В., Бенгин В. В., Шуршаков В. А. Локальные тканевые дозы при полете вне магнитосферы земли за различной защитой космического корабля с учетом снижения эффективности действия протонов и ионов гелия. Авиакосмическая и экологическая медицина. 2025; 59 (1): 44–54. DOI: 10.21687/0233-528X-2025-59-1-44-54.
47. Space Radiation and Astronaut Health: Managing and Communicating Cancer Risks. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Washington, DC: The National Academies Press, 2021. DOI: 10.17226/26155.
48. Федеральный закон от 12.06.2024 № 128-ФЗ «О ратификации Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в области создания Международной научной лунной станции».
49. Moon To Mars Objectives. Washington: NASA, 2022.
50. Общие положения обеспечения безопасности космических аппаратов с ядерными реакторами НП-101-17. Утверждены приказом Ростехнадзора от 23.10.2017 № 442.
51. Medical physics staffing needs in diagnostic imaging and radionuclide therapy: an activity based approach. Vienna: IAEA, 2018.
52. Graham S, Mills M. Why is Medical Dosimetry a profession only in the United States and what does this mean for Medical Physicists worldwide? J Appl Clin Med Phys. 2021; 22 (8): 4–5. DOI: 10.1002/acm2.13362.
53. Наркевич Б. Я., Крылов А. С., Рыжков А. Д., Гелашвили Т. М. Дозиметрическое сопровождение радионуклидной терапии. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2023; 6 (2): 66–84. DOI: 10.37174/2587-7593-2023-6-2-66-84.
54. Еремин А. Л. Информационная гигиена: современные подходы к гигиенической оценке контента и физических сигналов носителей информации. Гигиена и санитария. 2020; 99 (4): 351–5. DOI: 10.47470/0016-9900-2020-99-4-351-355.
55. Гребеньков С. В., Жолус Б. И., Довгуша В. В. и др. Военно-морская и радиационная гигиена. Учебно-методическое руководство. В 2-х томах. СПб.: ЛИО Редактор, 1998.
56. Климанов В. А., Крамер-Агеев Е. А., Смирнов В. В. Радиационная дозиметрия. М.: НИЯУ МИФИ, 2014; 648 с.
57. Ильин Л. А., Коренков И. П., Наркевич Б. Я. Радиационная гигиена. Учебник. М.: Геотар-Медиа, 2021; 440 с.
58. Зорина И. Г., Соколов В. Д. Основы радиационной гигиены. Учебное пособие для вузов. СПб.: Лань, 2023; 224 с.
59. Черняев А. П., Лыкова Е. Н., Борщеговская П. Ю. Радиационная медицинская физика: учебник. М.: МГУ, 2023; 559 с.
60. Романович И. К., Иванов Д. О., редакторы. Оценка радиационного риска по данным радиационно-гигиенической паспортизации территорий: учебное пособие. СПб.: СПбГПМУ, 2023; 92 с.
61. Бекман И. Н. Ядерная медицина: физические и химические основы: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2024; 400 с.
62. Физика ядерной медицины: пособие для преподавателей и студентов. МАГАТЭ. Препринт. Краснодар: КубГУ, 2024; 724 с.
63. Физика диагностической радиологии: пособие для преподавателей и студентов. МАГАТЭ. Препринт. Краснодар: КубГУ, 2025; 770 с.
64. Распоряжение Правительства РФ от 21.12.2021 № 3759-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования».
65. Распоряжение Правительства РФ от 17.04.2024 № 959-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации здравоохранения».

References

1. Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya RF ot 2.05.2023 № 206n "Ob utverzhdenii Kvalifikatsionnykh trebovaniy k meditsinskim i farmatsevticheskim rabotnikam s vysshim obrazovaniem" (in Rus.).
2. VOZ. Ispolnitel'nyy komitet. Sto tridsat' pervayasessiya. EB131/11. 22 maya 2012 g. Doklad sekretariata. Radiatsionnaya zashchita i bezopasnost' istochnikov izlucheniya: Mezhdunarodnye osnovnye normy bezopasnosti (in Rus.).
3. Boyd MA. The confusing world of radiation dosimetry — 9444. WM2009 Conference Waste Management for the Nuclear Renaissance. USA, Phoenix, 2009; 1–5.
4. Mezhdunarodnaya sistema edinits (SI). Izdanie 9-e. M.: Rosstandart, 2019 (in Rus.).
5. Naznachenie, protokolirovaniye i otchetnost' v luchevoj terapii fotonnym izlucheniem s modulyatsiej intensivnosti. Doklad MKRE № 83. Izdanie Mezhdunarodnoj komissii po radiatsionnym edinitsam i izmereniyam. M.: MIFI, 2020 (in Rus.).
6. Publikatsiya 103 Mezhdunarodnoj Komissii po radiatsionnoj zashchite (MKRZ). M.: Alana, 2009 (in Rus.).
7. Radiatsionnaya zashchita i bezopasnost' istochnikov izlucheniya: Mezhdunarodnye osnovnye normy bezopasnosti. Vena: MAGATE, 2015 (in Rus.).
8. UNSCEAR 2020/2021 Report. Sources, effects and risks of ionizing radiation. NY.: UN, 2022.
9. SanPiN 2.6.1.2523-09 "Normy radiatsionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009)" (in Rus.).
10. Sanitarnye pravila i normativy SP 2.6.1.2612-10 "Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoj bezopasnosti (OSPORB-99/2010)" (in Rus.).
11. Federal'nyy zakon ot 09.01.1996 № 3-FZ "O radiatsionnoj bezopasnosti naseleniya" (in Rus.).
12. Federal'nyy zakon ot 31.07.2020 № 248-FZ "O gosudarstvennom kontrole (nadzore) i munitsipal'nom kontrole v Rossijskoj Federatsii" (in Rus.).
13. Sanitarnye pravila SP 1.1.1058-01 "Organizatsiya i provedenie proizvodstvennogo kontrolya za soblyudeniem sanitarnykh pravil i vypolneniem sanitarno-protivoepidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriyatij" (in Rus.).
14. Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya RF ot 18.10.2023 № 556n "Ob utverzhdenii perechnya indikatorov riska narusheniya obyazatel'nykh trebovaniy pri osushchestvlenii federal'nogo gosudarstvennogo litsenziionnogo kontrolya (nadzora) za deyatel'nost'yu v oblasti ispol'zovaniya istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya (generiruyushchikh) (za isklucheniem sluchaya, esli eti istochniki ispol'zuyutsya v meditsinskoj deyatel'nosti)" (in Rus.).
15. SanPiN 2.6.4115-25 "Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya v oblasti radiatsionnoj bezopasnosti naseleniya pri obrashchenii istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya" (in Rus.).
16. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 31.10.2009 № 879 "Ob utverzhdenii Polozheniya o edinitsakh velichin, dopuskaemykh k primeniyu v Rossijskoj Federatsii" (in Rus.).

17. Thompson A, Taylor BN. Use of the international system of units (SI). NIST Special Publication, Gaithersburg, 2008. DOI: 10.6028/nist.sp.811e2008.
18. Legal units of measurement OIML D 2 Consolidated Edition 2007 (E). International Organization of Legal Metrology. International Document. Paris: OIML, 2007.
19. Onishchenko GG, Popova AYU, Romanovich IK, Vodovатов AV, Bashketova NS, Istorik OA, et al. Sovremennye printsipy obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti pri ispol'zovanii istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya v meditsine. Chast' 1. Tendentsii razvitiya, struktura luchevoj diagnostiki i dozy meditsinskogo oblucheniya. Radiatsionnaya gigiena. 2019; 12 (1): 6–24 (in Rus.). DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24.
20. Onishchenko GG, Popova AYU, Romanovich IK, Vodovатов AV, Bashketova NS, Istorik OA, et al. Sovremennye printsipy obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti pri ispol'zovanii istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya v meditsine. Chast' 2. Radiatsionnye riski i sovershenstvovanie sistemy radiatsionnoy zashchity. Radiatsionnaya gigiena. 2019; 12 (2): 6–24 (in Rus.). DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-2-6-24.
21. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 25.01.2022 № 45 "O litsenzirovanii deyatel'nosti v oblasti ispol'zovaniya istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya (generiruyushchikh) (za isklyucheniem sluchaya, esli eti istochniki ispol'zuyutsya v meditsinskoj deyatel'nosti)" (in Rus.).
22. Vodovатов AV, Chipiga LA, Ryzhov SA, Petryakova AV, Biblin AM, Gorskij GA. Radiatsionnye avarii v luchevoj i radionuklidnoj diagnostike i terapii: sravnenie rossijskikh i mezhdunarodnykh podkhodov k terminologii i klassifikatsii. Radiatsionnaya gigiena. 2024; 17 (1): 97–110 (in Rus.). DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-1-97-110.
23. Khmelevskij EV, Kaprin AD. Sostoyanie radioterapevticheskoy sluzhby Rossii: sravnitel'nyj analiz i perspektivy razvitiya. Onkologiya. Zhurnal im. P. A. Gertsena. 2017; 6 (4): 38–41 (in Rus.). DOI: 10.17116/onkolog20176438-41.
24. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 16.03.2020 № 287 "Ob utverzhdenii Federal'noj nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya sinkhrotronnykh i nejtronnykh issledovaniy i issledovatel'skoj infrastruktury na period do 2030 goda i dal'nejshuyu perspektivu" (in Rus.).
25. Ivanov EM, Klenov GI, Maksimov VI, Khoroshkov VS, Chernykh AN. Perspektivy razvitiya protonnoj terapii v Rossii. Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'. 2022; 67 (3): 41–6 (in Rus.). DOI: 10.33266/1024-6177-2022-67-3-41-46.
26. Bikchurina MI, Kasatov DA, Kolesnikov YaA, Sokolova EO, Taskaeva YuS, Taskaev SYu. Bor-nejtrono-zakhvatnaya terapiya: fizicheskie aspekty. Onkologicheskij zhurnal: lucheвая diagnostika, lucheвая terapiya. 2024; 7 (4): 19–27 (in Rus.). DOI: 10.37174/2587-7593-2024-7-4-19-27.
27. Planirovanie natsional'nykh sluzhb luchevoj terapii: prakticheskoe posobie. Vena: MAGATE, 2015 (in Rus.).
28. Tekhnicheskie spetsifikatsii radioterapevticheskogo oborudovaniya dlya lecheniya onkologii. VOZ-MAGATE. Krasnodar: KubGU, 2025 (in Rus.).
29. Kolichestvennyj analiz povrezhdenij zdorovykh organov i tkanej pri provedenii luchevoj terapii zlokachestvennykh novoobrazovaniy. M.: AMFR, 2015 (in Rus.).
30. Lebedeva ZhS. Obzornye stat'i po materialam QUANTEC. Meditsinskaya fizika. 2018; (4): 80–7 (in Rus.).
31. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 17.11.2021 № 1968 "Ob utverzhdenii Pravil poetapnogo perekhoda meditsinskikh organizatsij k okazaniyu meditsinskoj pomoshchi na osnove klinicheskikh rekomendatsij, razrabotannykh i utverzhennykh v sootvetstvii s chastyami 3, 4, 6–9 i 11 stat'i 37 Federal'nogo zakona «Ob osnovakh okhrany zdorov'ya grazhdan v Rossijskoj Federatsii" (in Rus.).
32. Federal'nyj zakon ot 21.11.1995 № 170-FZ "Ob ispol'zovanii atomnoj energii" (in Rus.).
33. Kuryndin AV, Shapovalov AS, Orlov MYu, Ivanov EA, Stroganov AA, Timofeev NB. Sootvetstvie mezhdru razmerami sanitarno-zashchitnoj zony i predel'no dopustimymi vybrosami radioaktivnykh veshchestv atomnykh stantsij v atmosferu. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'. 2024; 2 (112): 5–17 (in Rus.). DOI: 10.26277/SECNRS.2024.112.2.001.
34. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 30.12.2024 № 4153-r "O General'noj skheme razmeshcheniya ob'ektov elektroenergetiki do 2042 goda" (in Rus.).
35. Pocket guide for medical physicists supporting response to a nuclear or radiological emergency. Vienna: IAEA, 2020.
36. Radiatsionnaya zashchita i bezopasnost' pri meditsinskom ispol'zovanii ioniziruyushchego izlucheniya. Vena: MAGATE, 2023 (in Rus.).
37. Selecting megavoltage treatment technologies in external beam radiotherapy. Vienna: IAEA, 2022.
38. IAEA Nuclear Safety and Security Glossary. Vienna: IAEA, 2022.
39. Opredelenie pogloshchennoj dozy pri distantsionnoj luchevoj terapii: mezhdunarodnye prakticheskie rekomendatsii po dozimetrii. Vena: MAGATE, 2025 (in Rus.).
40. Trebovaniya k tochnosti i faktory neopredelennosti v luchevoj terapii. Vena: MAGATE, 2022 (in Rus.).
41. Ratner TG. Literatura na russkom yazyke dlya meditsinskikh fizikov, rabotayushchikh v oblasti luchevoj terapii zlokachestvennykh novoobrazovaniy. Meditsinskaya fizika. 2021; (2): 92–6 (in Rus.).
42. Bukhtiyarov IV, Zibarev EV, Betts KV. Epidemiologicheskoe issledovanie po analizu smernosti pilotov vozdukhnykh sudov grazhdanskoj aviatsii v Rossijskoj Federatsii. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina. 2022; 56 (4): 83–8 (in Rus.). DOI: 10.21687/0233-528X-2022-56-4-83-88.
43. Scheibler C, Toprani SM, Mordukhovich I, Schaefer M, Staffa S, Nagel ZD, et al. Cancer risks from cosmic radiation exposure in flight: a review. Front Public Health. 2022; 10: 947068. DOI: 10.3389/fpubh.2022.947068.
44. Okedeyi SA, Kayode YO, Joshua A, Atilade AO, Ikuemonisan FE, Ajose AS, et al. Assessing annual exposures dose and other radiological parameters from cosmic radiation among flight crews in Nigeria local airline. FJS. 2024; 8 (1): 183–9. DOI: 10.33003/fjs-2024-0801-2203.
45. Sakovich VA. Shestidesyatiletie pilotiruemykh kosmicheskikh poletov v svete osnovnykh printsipov obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti. Osnovnye printsipy v rekomendatsiyakh MKRZ i v rossijskom zakonodatel'stve. Radiatsiya i risk. 2022; 31 (1): 64–73 (in Rus.). DOI: 10.21870/0131-3878-2022-31-1-64-73.
46. Shafirkin AV, Bengin VV, Shurshakov VA. Lokal'nye tkanevye dozy pri polete vne magnitosfery zemli za razlichnoj zashchitoj kosmicheskogo korablya s uchetoм snizheniya effektivnosti dejstviya protonov i ionov geliya. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina. 2025; 59 (1): 44–54 (in Rus.). DOI: 10.21687/0233-528X-2025-59-1-44-54.
47. Space Radiation and Astronaut Health: Managing and Communicating Cancer Risks. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Washington, DC: The National Academies Press, 2021. DOI: 10.17226/26155.
48. Federal'nyj zakon ot 12.06.2024 № 128-FZ "O ratifikatsii Soglasheniya mezhdru Pravitel'stvom Rossijskoj Federatsii i Pravitel'stvom Kitajskoj Narodnoj Respubliki o sotrudnichestve v oblasti sozdaniya Mezhdunarodnoj nauchnoj lunnnoy stantsii" (in Rus.).
49. Moon To Mars Objectives. Washington: NASA, 2022.
50. Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti kosmicheskikh apparatov s yadernymi reaktorami NP-101-17. Utverzhdeny prikazom Rostekhnadzora ot 23.10.2017 № 442 (in Rus.).
51. Medical physics staffing needs in diagnostic imaging and radionuclide therapy: an activity based approach. Vienna: IAEA, 2018.
52. Graham S, Mills M. Why is Medical Dosimetry a profession only in the United States and what does this mean for Medical Physicists worldwide? J Appl Clin Med Phys. 2021; 22 (8): 4–5. DOI: 10.1002/acm2.13362.
53. Narkevich BYa, Krylov AS, Ryzhkov AD, Gelashvili TM. Dozimetricheskoe soprovozhdenie radionuklidnoj terapii. Onkologicheskij zhurnal: lucheвая diagnostika, lucheвая terapiya. 2023; 6 (2): 66–84 (in Rus.). DOI: 10.37174/2587-7593-2023-6-2-66-84.
54. Eremin AL. Informatsionnaya gigiena: sovremennye podkhody k igienicheskoy otsenke kontenta i fizicheskikh signalov nositelej informatsii. Gigiena i sanitariya. 2020; 99 (4): 351–5 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2020-99-4-351-355.
55. Grebenkov SV, Zhulus BI, Dovgusha VV, et al. Voenno-morskaya i radiatsionnaya gigiena. Uchebno-metodicheskoe rukovodstvo. V 2-kh tomakh. SPb.: LIO Redaktor, 1998 (in Rus.).

56. Klimanov VA, Kramer-Ageev EA, Smirnov VV. Radiatsionnaya dozimetriya. M.: NIYaU MIFI, 2014; 648 p. (in Rus.).
57. Ilin LA, Korenkov IP, Narkevich BYa. Radiatsionnaya gigiena. Uchebnik. M.: Geotar-Media, 2021; 440 p. (in Rus.).
58. Zorina IG, Sokolov VD. Osnovy radiatsionnoj gigieny. Uchebnoe posobie dlya vuzov. SPb.: Lan', 2023; 224 p. (in Rus.).
59. Chernyaev AP, Lykova EN, Borshchegovskaya PYu. Radiatsionnaya meditsinskaya fizika: uchebnik. M.: MGU, 2023; 559 p. (in Rus.).
60. Romanovich IK, Ivanov DO, redaktory. Otsenka radiatsionnogo riska po dannym radiatsionno-gigienicheskoy pasportizatsii territorij: uchebnoe posobie. SPb.: SPbGPMU, 2023; 92 p. (in Rus.).
61. Bekman IN. Yadernaya meditsina: fizicheskie i khimicheskie osnovy: uchebnik dlya vuzov. M.: Yurajt, 2024; 400 p. (in Rus.).
62. Fizika yadernoj meditsiny: posobie dlya prepodavatelej i studentov. MAGATE. Preprint. Krasnodar: KubGU, 2024; 724 p. (in Rus.).
63. Fizika diagnosticheskoy radiologii: posobie dlya prepodavatelej i studentov. MAGATE. Preprint. Krasnodar: KubGU, 2025; 770 p. (in Rus.).
64. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 21.12.2021 № 3759-r "Ob utverzhdenii strategicheskogo napravleniya v oblasti tsifrovoj transformatsii nauki i vysshego obrazovaniya" (in Rus.).
65. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 17.04.2024 № 959-r "Ob utverzhdenii strategicheskogo napravleniya v oblasti tsifrovoj transformatsii zdravookhraneniya" (in Rus.).

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ПИТАНИЯ НА ОЖИРЕНИЕ И ВЕГЕТАТИВНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ

Т. В. Мажаева^{1,2}✉, Е. П. Потапкина^{1,3}, Н. И. Кутергина¹, Ю. С. Чернова¹¹ Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Екатеринбург, Россия² Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия³ Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, Екатеринбург, Россия

В связи с распространенностью алиментарно-зависимых нарушений у детей необходим поиск новых методов оценки влияния питания на организм. Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) в совокупности с индексом массы тела (ИМТ) является эффективным неинвазивным методом оценки состояния здоровья. Целью поперечного исследования было выполнить гигиеническую оценку питания учащихся школ г. Екатеринбурга, а также провести анализ его взаимосвязи с ИМТ и показателями вегетативной нервной системы. Обследованы 202 школьника в возрасте 11–12 лет. Оценку питания выполняли частотным методом и путем расчета индекса качества питания (ИКП). Применяли антропометрию, биоимпедансометрию, исследование ВСР. Для статистической обработки использовали непараметрические методы, расчет отношения шансов (ОШ) и кластерный анализ. Установлено, что качество питания 67,3% школьников неудовлетворительное, оно характеризуется избытком насыщенных жиров, добавленных сахаров и натрия при дефиците пищевых волокон, полноценного белка, витаминов группы В, А, кальция и магния. У детей с неудовлетворительным ИКП шансы возникновения избыточной массы тела и высокого содержания жировой массы в 5,5 раза выше, чем у их сверстников с удовлетворительным рационом. Установлены значимые различия показателей ВСР в зависимости от характера питания: наилучшие значения ВСР отмечены у детей с высоким потреблением овощей, фруктов, наихудшие — при избытке добавленного сахара и жиров в рационе. Выявленные нарушения обосновывают необходимость разработки профилактических программ, направленных на коррекцию пищевых привычек, а также возможность внедрения мониторинга ВСР в систему гигиенической оценки здоровья школьников.

Ключевые слова: питание школьников, индекс качества питания, нутриенты, индекс массы тела, ожирение, биоимпедансометрия, вегетативная нервная система, вариабельность сердечного ритма

Вклад авторов: Т. В. Мажаева — концепция и дизайн исследования, написание, редактирование и окончательное утверждение текста статьи; Е. П. Потапкина — сбор материалов, написание текста статьи; Н. И. Кутергина — обработка данных, написание текста статьи; Ю. С. Чернова — обработка данных.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора (протокол № 5 от 27 декабря 2021 г.). Участие в исследовании было добровольным, от всех родителей (законных представителей) получено информированное согласие.

✉ **Для корреспонденции:** Татьяна Васильевна Мажаева
ул. Попова, д. 30, г. Екатеринбург, 620014, Россия; mazhaeva@ymrc.ru

Статья получена: 26.03.2026 **Статья принята к печати:** 26.08.2026 **Опубликована онлайн:** 24.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.174

Авторские права: © 2026 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/>).

APPROACHES TO ASSESSING NUTRITIONAL EFFECTS ON OBESITY AND THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM

Mazhaeva TV^{1,2}✉, Potapkina EP^{1,3}, Kutergina NI¹, Chernova YuS¹¹ Yekaterinburg Medical Research Center for Prevention and Occupational Health of Industrial Workers of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Yekaterinburg, Russia² Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia³ Sverdlovsk Region Directorate of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Yekaterinburg, Russia

The high prevalence of nutrition-related disorders among children necessitates the development of new methods for assessing the effects of nutrition on the body. Heart rate variability (HRV) analysis combined with the body mass index (BMI) calculation constitute an effective non-invasive health status assessment protocol. This cross-sectional study aimed to evaluate the dietary patterns of schoolchildren in Yekaterinburg and examine their associations with BMI and indicators of autonomic nervous system function. We recruited 202 schoolchildren aged 11–12 years; their diets were assessed using the frequency method and by calculating the nutrition quality index (NQI). We collected the participants' anthropometric data, measured their bioimpedance, and analyzed the HRV. Nonparametric methods, odds ratio calculation (ORC) and cluster analysis were used for statistical processing. It was found that the quality of the diets of 67.3% of schoolchildren was unsatisfactory: their diets were excessive in saturated fats, added sugars, and sodium, and deficient in dietary fiber, complete proteins, B vitamins, vitamin A, calcium, and magnesium. Children with a low NQI are 5.5 times more likely to be overweight and have a higher body-fat percentage than their peers with a satisfactory diet. HRV indicators differed significantly according to dietary patterns: children who consumed large amounts of vegetables and fruit exhibited more favorable heart rate variability, whereas those whose diets were high in added sugars and fats had the least favorable HRV. The identified abnormalities highlight the need to develop preventive programs aimed at improving eating habits and to consider introducing HRV monitoring into the schoolchildren's health hygienic assessment system.

Keywords: schoolchildren's nutrition, nutrition quality index, nutrients, body mass index, obesity, bioimpedance analysis, autonomic nervous system, heart rate variability

Author contribution: Mazhaeva TV — study concept and design, article authoring, editing and final approval; Potapkina EP — collection of materials, article authoring; Kutergina NI — data processing, article authoring; Chernova YuS — data processing.

Compliance with ethical standards: the study was approved by the local ethics committee of Yekaterinburg Medical Research Center for Prevention and Occupational Health of Industrial Workers (Minutes No. 5 of December 27, 2021). The participants voluntarily enrolled in the study, and their parents or legal representatives provided signed informed consent forms.

✉ **Correspondence should be addressed:** Tatiana V. Mazhaeva
Popova St., 30, Yekaterinburg, 620014, Russia; mazhaeva@ymrc.ru

Received: 26.03.2026 **Accepted:** 26.08.2026 **Published online:** 24.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.174

Copyright: © 2026 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/>).

Состояние здоровья современных школьников вызывает обоснованную тревогу ввиду существенного влияния характера питания и образа жизни на их соматическое и когнитивное развитие, а также на качество жизни в долгосрочной перспективе [1]. Особую обеспокоенность мирового научного сообщества вызывает пандемия детского ожирения, рассматриваемая как ключевой фактор риска развития метаболических нарушений и хронических неинфекционных заболеваний во взрослом возрасте. Исследования показывают, что критическими периодами для формирования избыточной массы тела являются ранний детский возраст и подростковый период. Избыточная масса тела, возникшая в детстве, в большинстве случаев персистирует и во взрослой жизни, выступая предиктором не только ожирения, но и преждевременной смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2 типа и ряда других алиментарно-зависимых заболеваний [2–4]. В детском возрасте ожирение оказывает полисистемное негативное воздействие, поражая сердечно-сосудистую, эндокринную, нейрогуморальную системы и приводя к когнитивным нарушениям [5].

В последние годы для оценки влияния алиментарного фактора на состояние здоровья все чаще применяют анализ вариабельности сердечного ритма (BCP). Методология анализа BCP основана на измерении последовательного ряда длительностей сердечного цикла с помощью электрокардиографии или реокардиографии, баллистокардиографии и др. Полученные числовые ряды подвергают математическому анализу с использованием статистических, спектральных и других методов. Результаты математического анализа интерпретируют как медико-физиологические критерии функционального состояния организма [6]. BCP является интегральным показателем адаптационных реакций организма на внутреннее и внешние стимулы, снижение BCP коррелирует с повышением уровня заболеваемости и смертности. Это позволяет рассматривать BCP как доступный и информативный маркер воздействия факторов окружающей среды и образа жизни, включая особенности питания [7, 8]. Комплексную характеристику питания позволяет получить интегральная оценка рациона, в частности, расчет индекса качества питания (ИКП), который объединяет показатели потребления как продуктов, так и отдельных нутриентов [9–11].

Учитывая продолжающееся совершенствование методологии оценки качества питания и изучения ассоциированных с ним рисков, особую актуальность приобретают исследования, направленные на поиск неинвазивных методов, позволяющих наиболее точно охарактеризовать структуру питания и ее влияние на организм. Разработка и валидация таких методов открывают перспективы для их интеграции в современные гигиенические подходы к оценке здоровья детского населения.

Целью исследования было выполнить гигиеническую оценку питания обучающихся общеобразовательных организаций г. Екатеринбурга и установить взаимосвязь структуры рациона с показателями индекса массы тела (ИМТ) и функциональным состоянием вегетативной нервной системы (по данным BCP).

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Сбор данных в рамках поперечного исследования проведен на базе общеобразовательных организаций

г. Екатеринбурга в апреле 2024 г. Методом случайных чисел из списочного состава учащихся 5–7 классов четырех школ были отобраны 296 человек в возрасте 11–12 лет. Критериями включения были отсутствие хронических заболеваний в стадии обострения, наличие подписанного информированного согласия родителей и полнота заполнения опросных материалов. Из списка обследованных школьников были исключены 94 ребенка. Критериями исключения были выявленные технические ошибки при контроле качества заполнения данных, отсутствие полной даты рождения, а также невозможность достоверного определения доли жировой массы тела (ЖМТ) методом биоимпедансометрии у детей с дефицитом массы тела из-за технических ограничений методики. Окончательный объем выборки составил 202 школьника (43,9% мальчиков и 56,1% девочек), для которых были доступны полные данные по всем изучаемым показателям (антропометрии, биоимпедансометрии, BCP, фактическому питанию). Средний возраст мальчиков составил $12,2 \pm 0,7$ лет, девочек — $11,1 \pm 0,7$ лет.

Фактическое питание изучали полуколичественным методом частотного анализа с использованием опросника и специализированного программного обеспечения «НУТРИТЕСТ-ИП» (ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»; Россия). Опрос проводили в течение трех будних дней и одного выходного дня, после чего данные вносили в программу для расчета среднесуточного потребления продуктов и нутриентов.

Из-за отсутствия среднесуточных норм потребления пищевых продуктов при неорганизованном питании количественная оценка соответствия возрастным нормам потребления пищевых продуктов была проведена согласно СанПиН 2.3/2.4.3590-20 [12]. Оценку потребления пищевых веществ выполняли в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для детского населения соответствующей возрастной группы по МР 2.3.1.0253–21 [13].

Для интегральной оценки структуры рациона по данным фактического питания школьников рассчитывали ИКП. Методология расчета основана на международных подходах, используемых при вычислении Healthy Eating Index (HEI) и Diet Quality Index (DQI), и расчет проведен в соответствии с ранее опубликованной работой [14]. Расчет ИКП проводили с использованием следующего алгоритма: для каждого из 10 компонентов (хлебобулочные изделия, овощи, фрукты, мясо + рыба + молоко, кондитерские изделия + жиры, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), пищевые волокна, добавленный сахар, натрий, разнообразие) определяли процент отклонения фактического потребления от рекомендуемой нормы. За норму принимали нижнюю границу для дефицитных показателей и верхнюю для избыточных. Отклонение $\geq 50\%$ оценивали как 0 баллов; при отклонении $< 50\%$ балл рассчитывали по формуле: $10 - (\% \text{ отклонения} \times 0,1)$. Для кондитерских изделий и жиров, добавленного сахара, натрия учитывали только превышение верхней границы [14]. Итоговый балл — это сумма баллов по 10 компонентам (максимум 100). Критерии: ≥ 80 — «хороший» рацион, 51–79 — «удовлетворительный», ≤ 50 — «неудовлетворительный» [15].

Измерение длины и массы тела проводили стандартными методами с использованием ростомера и напольных весов Omron BF-511 (Omron; Япония). На основании полученных данных рассчитывали ИМТ. Оценку физического развития осуществляли путем расчета Z-score (standard deviation scores, SDS) ИМТ относительно референсных значений

ВОЗ (2007). Результаты интерпретировали в соответствии с классификацией ВОЗ [14]: дефицит массы тела — SDS IMT ≤ -2 ; нормальная масса тела — SDS IMT от -1 до $+1$; избыточная масса тела — SDS IMT $\geq +1$, но $< +2$; ожирение — SDS IMT $\geq +2$.

Определение компонентного состава тела (доли жировой массы, %) выполняли методом биоимпедансометрии с использованием анализатора Omron BF-511 (8-сенсорной системы, которая анализирует данные с расположенных на руках и ногах электродов, возрастной диапазон от 6 до 80 лет). Полученные значения сопоставляли с возрастными нормами [16].

Исследование функционального состояния вегетативной нервной системы проводили с помощью диагностического комплекса «Лотос» (Dynamic Technologies; Россия), включающего в себя сертифицированное оборудование «Динамика» (ТУ 9442-001-50904116-2005) и соответствующее программное обеспечение. Принцип метода основан на регистрации электрокардиограммы с последующим анализом длительности последовательных интервалов R-R (нормальных синусовых циклов). Регистрацию показателей BCP осуществляли в первой половине дня, в положении сидя, после 5-минутного отдыха для достижения относительной стабилизации гемодинамики. Длительность записи составляла от 5 до 15 минут. Полученные результаты сопоставляли с референсными значениями, заявленными производителем программного комплекса, а также с данными литературы [17, 18].

Статистический анализ выполняли с использованием пакетов программ MS Office Excel (Microsoft; США) и SPSS Statistics 20 (IBM; США). Ввиду распределения признаков, отличного от нормального, применяли непараметрические методы статистики. Данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха Me [Q₁; Q₃]. Для сравнения двух групп применяли U-критерий Манна-Уитни, различия считали значимыми при $p < 0,05$. Сравнение трех и более групп по количественным показателям проводили с использованием непараметрического критерия Краскела-Уоллиса, различия считали значимыми при $p < 0,01$. Для определения силы ассоциации между факторами рассчитывали отношение шансов (ОШ) с 95%-м доверительным интервалом (95% ДИ). Критический уровень значимости принимали равным $p < 0,05$. Для выявления однородных групп школьников по характеру фактического питания был применен кластерный анализ. На основании рассчитанного ИКП в качестве классифицирующих переменных использовали количественные показатели потребления основных групп продуктов, макро- и микронутриентов. Оптимальное число кластеров ($k = 4$) определено методом «локтя» и подтверждено силуэтным анализом (средний коэффициент силуэта 0,72). Для каждой выделенной модели питания проведена сравнительная оценка функционального состояния регуляторных систем по показателям BCP.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка нутриентного состава рациона питания школьников ($n = 202$) выявила выраженную гендерную дифференциацию по содержанию макро- и микронутриентов. Так, энергетическая ценность рациона была ниже рекомендуемых значений у 68,3% детей (74,3% девочек и 59,6% мальчиков). Недостаточное содержание белков отмечено у 65,3% (69,9% и 59,3% соответственно), жиров — у 52,0% (54,0% и 49,4%

соответственно). Дефицит потребления пищевых волокон выявлен практически у всех обследованных (99,5%), кальция — у 83,7% (85,8% девочек и 79,8% мальчиков), магния — у 64,4% (69,0% и 58,4% соответственно), железа — у 47,5% (61,9% и 29,2% соответственно). Кроме того, в рационе снижено содержание витаминов: В₁ — у 83,2% детей (89,4% девочек и 76,4% мальчиков), В₂ — у 72,8% (77,0% и 67,4% соответственно), витамина А — у 62,9% (у 59,3% девочек, у 67,4% мальчиков).

Питание детей избыточно по потреблению критически значимых нутриентов: насыщенных жирных кислот (НЖК) (у 95,5% (97,3% девочек, 93,3% мальчиков), добавленных сахаров (у 58,9% (57,5% и 61,8% соответственно)), натрия (у 94,1% (92,0% и 96,6% соответственно)). Данные о различиях в структуре питания мальчиков и девочек обобщены в табл. 1.

Дефицит калорийности питания был более выражен в группе девочек (снижение на 29,3% против 23,2% у мальчиков). В структуре потребления макронутриентов зафиксирован дисбаланс: избыток насыщенных жиров составил в среднем 6,2% от калорийности рациона, а добавленных сахаров — 2,1% от рекомендуемого уровня.

Анализ обеспеченности микронутриентами выявил значимые отклонения в сторону дефицита эссенциальных нутриентов и избыточного потребления натрия, при этом выраженность нарушений различалась ($p < 0,001$) в зависимости от пола (табл. 1). У девочек наиболее выраженный дефицит установлен для кальция (снижение на 48,2% от нормы), витаминов группы В (В₁ — на 43,1%, В₂ — на 40,0%, В₃ — на 50,0%), магния (на 25,3%) и витамина А (на 16,0%). Одновременно с этим зарегистрировано двукратное превышение рекомендуемого уровня потребления натрия (на 109,1%). У мальчиков структура дефицита характеризовалась недостатком витамина В₃ (на 38,9%), витамина А (на 31,4%), витаминов В₁ и В₂ (на 29,2% и 24,7% соответственно). Содержание кальция в рационе было ниже нормы на 41,6%, магния — на 13,7%. Потребление натрия превышало физиологическую потребность в 2,5 раза (на 154,5%). У всех обследованных школьников выявлено нарушение фосфорно-кальциевого соотношения: установленное отношение Ca : P составило 1 : 1,4, что свидетельствует о преобладании фосфора, способном отрицательно влиять на усвоение кальция в период активного роста скелета.

На основании фактического питания был рассчитан ИКП, результаты представлены в табл. 2.

Анализ распределения ИКП показал, что рацион, соответствующий категории «хороший» (80 баллов и выше), не был зафиксирован ни у одного из обследованных школьников. Доля детей с «удовлетворительным» качеством рациона (от 51 до 80 баллов) составила 32,7% ($n = 66$). Более чем у половины обследованных (67,3%; $n = 136$) рацион был оценен как «неудовлетворительный» (менее 51 балла). Выявленная у подавляющего большинства школьников (92,8%) модель питания характеризовалась недостаточным потреблением продуктов — источников сложных углеводов. Сниженное относительно норм потребление овощей зафиксировано у 66,3% детей, фруктов — у 63,9%. У 57,8% респондентов выявлен дефицит в рационе продуктов — источников полноценного белка и незаменимых аминокислот (мясных, рыбных и молочных продуктов). Анализ нутриентной обеспеченности показал недостаточное поступление пищевых волокон у всех обследованных (100%). Почти у половины детей отмечено сниженное потребление ПНЖК. У 59,0%

Таблица 1. Содержание основных нутриентов в суточном рационе школьников

Показатель (в сутки)	Норма 11–14 лет		Ме [Q ₁ ; Q ₃]		Значимость различий
	мальчики	девочки	мальчики (n = 89)	девочки (n = 113)	
Энергия, ккал	2500	2300	1921,1 [1449,4; 2727,3]	1626,8 [1197,9; 2225,0]	$p < 0,001$
Белок, г	75	69	61,7 [47,7; 86,1]	52,8 [37,0; 69,3]	$p < 0,001$
Жиры, г	83	77	80,6 [59,0; 123,6]	68,8 [53,3; 101,2]	$p < 0,001$
ПНЖК, г	17	15	11,0 [8,2; 17,3]	11,2 [7,4; 16,4]	$p > 0,05$
Холестерин, мг	300	300	238,7 [151,2; 380,5]	203,2 [114,8; 322,5]	$p > 0,05$
НЖК, % от ккал	< 10	< 10	16,0 [13,3; 18,6]	16,3 [13,8; 18,3]	$p > 0,05$
Углеводы, г	363	334	227,0 [161,1; 331,8]	186,4 [141,6; 252,2]	$p < 0,001$
Добавленные сахара, % от ккал	< 10	< 10	12,9 [7,9; 20,0]	11,3 [7,7; 17,6]	$p > 0,05$
Пищевые волокна, г	20	20	5,8 [3,4; 8,6]	5,4 [3,4; 7,5]	$p > 0,05$
Витамин С, мг	70	60	112,3 [59,5; 221,1]	110,2 [63,8; 173,3]	$p > 0,05$
Витамин В ₁ , мг	1,3	1,3	0,9 [0,6; 1,2]	0,7 [0,5; 1,0]	$p < 0,001$
Витамин В ₂ , мг	1,5	1,5	1,1 [0,8; 1,6]	0,9 [0,7; 1,4]	$p < 0,05$
Ниацин В ₃ (PP), мг ниац. экв.	18	18	11,0 [8,5; 15,4]	9,0 [6,7; 12,7]	$p < 0,001$
Витамин А, мкг рет. экв.	1000	800	685,7 [439,3; 1139,9]	671,8 [411,6; 1006,5]	$p > 0,05$
Кальций, мг	1200	1200	700,6 [455,9; 1093,0]	622,0 [428,9; 885,0]	$p > 0,05$
Фосфор, мг	900	900	1047,9 [831,7; 1564,3]	935,7 [675,9; 1228,7]	$p < 0,001$
Магний, мг	300	300	258,8 [192,0; 376,2]	224,0 [164,7; 298,8]	$p < 0,001$
Калий, мг	2500	2500	2819,8 [1900,8; 3904,4]	2446,1 [1759,8; 3175,3]	$p < 0,05$
Натрий, мг	1100	1100	2780 [1960,1; 3781,0]	2250,2 [1630,2; 3110,2]	$p < 0,001$
Железо, мг	12	12	14,2 [11,0; 19,1]	11,9 [9,2; 17,3]	$p < 0,05$

школьников установлена низкая пищевая вариабельность рациона. Наряду с дефицитом эссенциальных компонентов зарегистрировано избыточное потребление нутриентов, ассоциированных с алиментарно-зависимыми заболеваниями: кондитерских изделий и жиров (у 79,5% школьников), добавленного сахара (у 42,2%). Критический избыток натрия в рационе выявлен у 91,6% опрошенных. Сравнительный анализ рационов мальчиков и девочек не выявил значимых различий частоты потребления хлебобулочных изделий, фруктов, а также мясной, рыбной и молочной продукции. При оценке нутриентного состава установлено, что содержание натрия в рационе мальчиков значимо превышало таковое в рационе девочек ($p < 0,05$).

По результатам антропометрических измерений и биоимпедансометрии распространенность избыточной

массы тела в обследованной выборке составила в среднем 17,8% (как среди мальчиков, так и среди девочек). Установлены гендерные различия в структуре нарушений пищевого статуса: ожирение чаще диагностировали у мальчиков (на 26,8% по сравнению с девочками), тогда как дефицит массы тела преобладал в группе девочек (табл. 3).

Анализ показателей биоимпедансометрии выявил значимые гендерные различия ЖМТ. Нормальные значения процентного содержания жира у девочек регистрировали на 27,7% чаще, чем у мальчиков ($p < 0,001$). В то же время у мальчиков значимо чаще наблюдалась как избыточная (на 1,7%; $p < 0,05$), так и очень высокая (на 7,0%; $p < 0,05$) ЖМТ.

Установлена прямая зависимость между избыточной массой тела и содержанием жировой ткани: у 85,9% детей

Таблица 2. Результаты балльной оценки рациона школьников по данным расчета ИКП

Компонент ИКП (максимальный балл)	Фактическое потребление Ме [Q ₁ ; Q ₃]		
	Все n = 202	Мальчики n = 89	Девочки n = 113
Хлебобулочные изделия, каши, макароны + картофель (10)	5,4 [2,5; 8,3]	5,6 [2,4; 8,8]	5,3 [2,4; 5,3]
Овощи (10)	6,4 [2,6; 10,2]	6,3 [2,48; 10,1]	6,5 [2,9; 10,1]
Фрукты (10)	6,5 [2,7; 10,3]	6,7 [2,2; 10,5]	6,3 [2,7; 9,9]
Мясо + Рыба + Молочные продукты (10)	7,5 [5,4; 10,5]	8,0 [5,5; 10,5]	7,2 [4,3; 10,1]
Кондитерские изделия + Жиры (10)	0,5 [0,1; 1,5]	0,4 [0,0; 1,7]	0,6 [0,0; 2,0]
ПНЖК (10)	8,2 [6,3; 10,1]	8,0 [5,5; 10,5]	8,4 [6,2; 10,2]
Пищевые волокна (10)	3,1 [1,2; 5,0]	3,5 [1,0; 6,0]	2,8 [1,3; 4,2]
Добавленный сахар (10)	2,0 [0,0; 4,9]	1,6 [0,0; 4,1]	2,3 [0,0; 5,2]
Натрий (10)	0,3 [0,0; 1,3]	0,0 [0,0; 0,0]	0,4 [0,0; 1,8]
Разнообразие (10)	4,2 [2,3; 6,1]	4,5 [2,0; 7,0]	3,9 [1,7; 6,0]
Общий балл (100)	44,4 [31,0; 57,8]	44,5 [29,9; 59,1]	43,7 [31,0; 56,6]

Таблица 3. Данные распределения школьников по показателям ИМТ, % обследованных

Показатели ИМТ	Все дети <i>n</i> = 202	Мальчики <i>n</i> = 89	Девочки <i>n</i> = 113
Дефицит массы тела легкой степени	18 (8,9%)	0 (0,0%)	18 (15,9%)
Нормальная масса тела	117 (57,9%)	46 (51,7%)	71 (62,8%)
Избыточная масса тела	36 (17,8%)	16 (18,0%)	20 (17,7%)
Ожирение	31 (15,3%)	27 (30,3%)	4 (3,5%)

с повышенной массой тела выявлена избыточная ЖМТ. Обращает на себя внимание тот факт, что среди девочек с нормальным ИМТ у 8% также диагностирована избыточная жировая масса, что свидетельствует о наличии феномена «скрытого ожирения» в данной группе.

Средние суммарные баллы ИКП в группах школьников с различным статусом питания значимо не различались и составили: при дефиците массы тела — 39,0 баллов, нормальной массе тела — 46,4 балла, избыточной массе тела — 39,8 балла, ожирении — 43,1 балла. Однако анализ отдельных компонентов ИКП выявил значимые различия. Школьники с нормальным ИМТ характеризовались более высоким потреблением пищевых волокон по сравнению со сверстниками, имеющими избыточную массу тела (средний балл 3,6 против 2,7 соответственно; $p < 0,05$).

При сравнении групп, сформированных на основании ИКП, установлено, что дети с «неудовлетворительным» качеством рациона (менее 51 балла) имели значимо более высокие показатели ИМТ (21,6 против 19,8; $p < 0,05$) и процент жировой массы тела (24,7% против 19,2%; $p < 0,05$) по сравнению со сверстниками, чей рацион был оценен как «удовлетворительный».

Расчет ОШ показал значимую ассоциацию между низким качеством питания и нарушением пищевого статуса (ОШ = 5,5; 95% ДИ: 2,2–13,6; $p < 0,05$). Исходом считали наличие избыточной массы тела или ожирения ($\text{SDS ИМТ} \geq 1$) и/или высокого содержания жировой массы (> 85 -го перцентиля по возрасту и полу). Среди детей с неудовлетворительным ИКП ($n = 136$) данный исход наблюдался у 48 человек (35,3%), тогда как среди детей с удовлетворительным ИКП ($n = 66$) — только у 6 (9,1%).

Показатели ВСР, отражающие состояние вегетативной и нейрогуморальной регуляции, адаптационных резервов и психоэмоционального статуса обследованных школьников в зависимости от качества питания и статуса питания, представлены в табл. 4.

Анализ показателей ВСР выявил, что средние значения большинства параметров регуляторных систем обследованных школьников находятся в пределах физиологической нормы (нормативные значения — 60–100% по используемой шкале). Наиболее низкие значения зарегистрированы для показателя нейрогуморальной регуляции (С), составившего в среднем 59,0 [54,4; 61,8]%, и показателя психоэмоционального состояния (D), составившего 61,0 [56,0; 63,5]%. Значения остальных интегральных показателей также были приближены к нижней границе нормы, о чем может свидетельствовать

напряжение адаптационных механизмов у части обследованных.

На основании соотношения показателей уровня адаптации (А), нейрогуморальной (С) и психоэмоциональной регуляции (D) проведена оценка сбалансированности регуляторных систем (оптимальный диапазон соотношений — 60–80%). Установлено, что большинство школьников (65,0%) имеют сбалансированную и устойчивую регуляцию. Однако лишь у 18,1% детей регуляция может быть охарактеризована как оптимальная. У 16,9% обследованных выявлены неустойчивая регуляция и повышенная степень перенапряжения регуляторных систем, что указывает на снижение адаптационного резерва.

Среднее значение показателя нейрогуморальной регуляции (С) в выборке составило 59,0 [54,4; 61,8]%, при норме 60–100%, что укладывается в допустимые границы, однако близко к нижнему порогу. Частота встречаемости неустойчивого нейрогуморального баланса и его нарушений достигла 30,1%. Поскольку показатель С отражает эффективность работы эндокринной системы и состояние энергетических ресурсов, можно констатировать, что неоптимальное функционирование эндокринной системы и нерациональное использование энергетических ресурсов характерны для 28,9% школьников.

Интегральный показатель энергетического баланса у обследованных оказался ниже оптимального уровня (среднее значение 0,9 при норме 1,0). Низкие значения данного показателя зарегистрированы у 67,5% детей. Нарушение баланса между временем энергетических затрат и временем восстановления выявлено у 18,1% школьников, что может свидетельствовать о хроническом утомлении и недостаточности восстановительных процессов.

На основе результатов кластерного анализа выделены четыре типа питания школьников, для которых проведена сравнительная оценка регуляторных систем по показателям ВСР. Первый тип питания встречался у школьников с высоким потреблением ПНЖК, клетчатки, овощей, фруктов и низким потреблением добавленного сахара. Второй тип питания имели школьники с умеренным потреблением всех групп пищевых продуктов, а также с потреблением добавленных сахаров и жира в пределах нормы; для третьего типа характерны избыточное потребление кондитерских изделий, добавленного сахара, насыщенных жирных кислот, поваренной соли и высокая энергетическая ценность. Четвертый тип питания школьников отличался низкой энергетической ценностью

Таблица 4. Показатели комплексного анализа функционального здоровья школьников ($n = 202$)

Показатель комплексного анализа функционального здоровья школьников	Me	[Q ₁ ; Q ₃]	Частота встречаемости, %
Уровень адаптации организма (А), %	62	57,9; 67,2	42,2
Вегетативная регуляция (В), %	63	57,5; 69,5	42,2
Нейрогуморальная регуляция (С), %	59	54,4; 61,8	51,8
Психоэмоциональное состояние (D), %	61	56,0; 63,5	48,2
Комплексный показатель здоровья (H), %	64	56,6; 65,3	48,2

и низким потреблением всех групп продуктов. Наивысшие значения BCP, отражающие оптимальное функциональное состояние регуляторных систем, зарегистрированы в группе школьников с первым типом питания (16,8%). Учащиеся, придерживающиеся сбалансированного (второго) типа питания (28,7%), продемонстрировали хорошие средние показатели BCP. В то же время у детей, избыточно потребляющих критически значимые нутриенты (третий тип питания — 20,8%), отмечены наихудшие значения BCP, ассоциированные с дисрегуляцией вегетативной нервной системы. Сниженные показатели ресурсов организма и адаптационного потенциала выявлены у школьников с низкокалорийным (четвертым) типом питания (33,7%). Значимость различий показателей BCP подтверждена на уровне $p < 0,001$, что свидетельствует о существенном влиянии характера питания на функциональное состояние регуляторных систем детей подросткового возраста.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При оценке фактического питания и ИКП у большинства школьников выявлен дисбаланс макро- и микронутриентов: избыток насыщенных жиров, добавленных сахаров и натрия при дефиците пищевых волокон, полноценного белка, витаминов группы В, А, кальция и магния. Формирование такого паттерна питания обусловлено двумя разнонаправленными тенденциями: избыточным потреблением продуктов — источников жиров и добавленных сахаров, а также дефицитом хлебобулочных изделий, круп, овощей и продуктов, являющихся источниками полноценного белка и незаменимых аминокислот (мясных, рыбных, молочных продуктов). Полученные результаты согласуются с данными российских и зарубежных исследований, выполненных с использованием иных инструментов оценки, таких как HEI-2015 и различные модификации DQI [19–23], что свидетельствует о типичности выявленных нарушений структуры питания для детской популяции в современных условиях.

При сопоставлении качества питания с антропометрическими показателями установлено, что школьники с «неудовлетворительным» ИКП характеризуются значимо более высокими значениями ИМТ и процентного содержания жировой массы по сравнению со сверстниками, имеющими «удовлетворительный» рацион. Данная закономерность подтверждает роль алиментарного фактора в формировании нарушений пищевого статуса уже в детском возрасте.

Анализ показателей BCP выявил преобладание симпатического отдела вегетативной нервной системы, что свидетельствует о напряжении регуляторных механизмов у обследованных школьников. Согласно современным представлениям, BCP отражает нейрогуморальные влияния на сердечную деятельность и служит информативным неинвазивным маркером функционального состояния организма, баланса симпатического и парасимпатического отделов, а также активности надсегментарных структур регуляции, включая гипоталамус и лимбическую систему [24, 25]. Выявленное в ходе настоящего исследования снижение адаптационного потенциала (низкие показатели функционального состояния зарегистрированы у 42,2–48,2% детей) сопоставимо с результатами других авторов [26, 27] и указывает на высокую распространенность вегетативной дисфункции в детской популяции.

Особого внимания заслуживает тот факт, что у 28% школьников зафиксирован неоптимальный уровень

нейрогуморальной регуляции (показатель С), характеризующий эффективность работы эндокринной системы и использование энергетических ресурсов. Выявленная дисрегуляция может быть связана с несбалансированностью рациона, низкой энергетической ценностью питания и дефицитом белка, что способствует формированию замкнутого круга: нарушения питания усугубляют дисфункцию нейроэндокринных осей, изменения в иммунной системе, что, в свою очередь, может приводить к сложной сердечно-сосудистой дисрегуляции. В настоящее время появляется все больше доказательств того, что снижение BCP является предиктором широкого спектра патологических состояний, включая сахарный диабет и сердечно-сосудистые заболевания, причем изменения, зафиксированные в детском возрасте, могут предсказывать психологическую и физиологическую заболеваемость в отдаленной перспективе [28].

Полученные нами данные о значимых различиях показателей BCP у детей, придерживающихся сбалансированного питания, и их сверстников с дефицитными моделями рациона ($p < 0,001$) согласуются с результатами международных исследований. Так, средиземноморская диета, высокое потребление рыбы, овощей, фруктов, поливитаминов, а также снижение массы тела ассоциированы с повышением BCP, тогда как диета с высоким содержанием жиров и трансжиров приводит к ее снижению [29]. Что касается микронутриентной обеспеченности, наиболее убедительные доказательства влияния на BCP получены для витаминов D и B₁₂, хотя обсуждается также роль витаминов С, Е, цинка, магния и железа [30].

Таким образом, выявленные в ходе настоящего исследования ассоциации между неудовлетворительным качеством питания, нарушениями пищевого статуса и снижением показателей BCP у школьников г. Екатеринбурга вписываются в общемировую картину распространенности алиментарно-зависимых нарушений у детей. Представленные данные о риске для здоровья и возможности его коррекции посредством оптимизации питания могут служить обоснованием для разработки профилактических программ и мотивационной основой для формирования более здоровых пищевых привычек у родителей, педагогов и самих обучающихся.

Однако следует отметить, что настоящее исследование имеет ряд ограничений: поперечный дизайн не позволяет установить причинно-следственные связи; оценка питания основана на самоотчете, что может сопровождаться систематической ошибкой; выборка ограничена одним городом и возрастной группой, что сужает обобщение результатов; отсутствуют данные о физической активности и наследственной предрасположенности; аппараты для биоимпедансного анализа и вариабельности сердечного ритма различаются по относительной точности измерения состава тела у детей и могут иметь расхождения в точности измерений. Тем не менее, полученные результаты согласуются с данными других исследований и могут служить основой для дальнейших проспективных наблюдений.

ВЫВОДЫ

Исследование подтвердило, что нарушения структуры питания школьников ассоциированы с антропометрическими отклонениями (ожирение, дефицит массы тела) и напряжением регуляторных систем.

Гендерные особенности требуют целенаправленных профилактических мер: снижения потребления натрия и контроля веса у мальчиков, коррекции микронутриентного статуса у девочек. Показатели вариабельности

сердечного ритма предложены в качестве маркера для гигиенической оценки влияния питания на здоровье школьников, что открывает перспективы для внедрения персонализированных оздоровительных стратегий.

Литература

1. Saavedra JM, Prentice AM. Nutrition in school-age children: A rationale for revisiting priorities. *Nutr Rev.* 2023; 81 (7): 823–43. DOI: 10.1093/nutrit/nuac089.
2. Rundle AG, Factor-Litvak P, Suglia SF, Susser ES, Kezios KL, Lovasi GS, et al. Tracking of obesity in childhood into adulthood: Effects on body mass index and fat mass index at age 50. *Child Obes.* 2020; 16 (3): 226–33. DOI: 10.1089/chi.2019.0185.
3. Sommer A, Twig G. The impact of childhood and adolescent obesity on cardiovascular risk in adulthood: A systematic review. *Curr Diab Rep.* 2018; 18 (10): 91. DOI: 10.1007/s11892-018-1062-9.
4. Meyer JF, Larsen SB, Blond K, Damsgaard CT, Bjerregaard LG, Baker JL. Associations between body mass index and height during childhood and adolescence and the risk of coronary heart disease in adulthood: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2021; 22 (9): e13276. DOI: 10.1111/obr.13276.
5. Marcus C, Danielsson P, Hagman E. Pediatric obesity — Long-term consequences and effect of weight loss. *J Intern Med.* 2022; 292 (6): 870–91. DOI: 10.1111/joim.13547.
6. Баевский Р. М., Черникова А. Г. Анализ вариабельности сердечного ритма: физиологические основы и основные методы проведения. *Cardiometry.* 2017; (10): 66–76. DOI: 10.12710/cardiometry.2017.6676.
7. Strüven A, Holzapfel C, Stremmel C, Brunner S. Obesity, nutrition and heart rate variability. *Int J Mol Sci.* 2021; 22 (8): 4215. DOI: 10.3390/ijms22084215.
8. Agorastos A, Mansueto AC, Hager T, Pappi E, Gardikioti A, Stiedl O. Heart rate variability as a translational dynamic biomarker of altered autonomic function in health and psychiatric disease. *Biomedicines.* 2023; 11 (6): 1591. DOI: 10.3390/biomedicines11061591.
9. Мартинчик А. Н. Индексы качества питания как инструмент интегральной оценки рациона питания. *Вопросы питания.* 2019; 88 (3): 5–12. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10024.
10. Shams-White MM, Pannucci TE, Lerman JL, Herrick KA, Zimmer M, Meyers Mathieu K, et al. Healthy Eating Index-2020: Review and update process to reflect the dietary guidelines for Americans, 2020–2025. *J Acad Nutr Diet.* 2023; 123 (9): 1280–8. DOI: 10.1016/j.jand.2023.05.015.
11. Pannucci TE, Lerman JL, Herrick KA, Shams-White MM, Zimmer M, Meyers Mathieu K, et al. Development of the Healthy Eating Index–Toddlers-2020. *J Acad Nutr Diet.* 2023; 123 (9): 1289–97. DOI: 10.1016/j.jand.2023.05.013.
12. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения».
13. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».
14. Трифонова Ю. В., Мажаева Т. В., Потапкина Е. П. Интегрированный научный подход к анализу данных по питанию различных групп населения. В сборнике: *Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения — 2024: 150-летию со дня рождения академика Н. А. Семашко посвящается. Материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием, 14–16 октября 2024 г., Пермь.* Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2024; 150–60.
15. Basiotis PP, Carlson A, SA Gerrior, WY Juan, M Lino. The healthy eating index, 1999–2000: charting dietary patterns of Americans. *Fam Econ Nutr Rev.* 2004; 16 (1): 39–48.
16. Черная Н. Л., Маскова Г. С., Ганузин В. М., Шубина Е. В., Дадаева О. Б. Нормативы оценки антропометрических показателей у детей от 0 до 19 лет в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения: учебное пособие. Ярославль, 2018; 116 с.
17. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond).* 2006; 30 (4): 598–602. DOI: 10.1038/sj.jo.0803232.
18. Ярилов С. В. Физиологические аспекты новой информационной технологии анализа биофизических сигналов и принципы технической реализации. СПб.: РВМА, НИЛ «Динамика», 2001; 70 с.
19. Núñez-Rivas HP, Holst-Schumacher I, Campos-Saborio N. New Diet Quality Index for children and adolescents in Costa Rica. *Nutr Hosp.* 2020; 37 (1): 65–72. DOI: 10.20960/nh.02695.
20. Сазонова О. В., Гаврюшин М. Ю., Бережнова О. В., Бородина Л. М., Горбачев Д. О., Фролова О. В. и др. Анализ школьного питания в условиях реализации современного федерального законодательства (опыт Самарской области). *Вопросы детской диетологии.* 2020; 18 (6): 5–11. DOI: 10.20953/1727-5784-2020-6-5-11.
21. Сетко А. Г., Мрясова Ж. К., Тюрин А. В. Интегральная оценка питания и нутриентная обеспеченность организма детей с алиментарно-зависимой патологией. *Оренбургский медицинский вестник.* 2021; 9 (2): 61–5.
22. Rolands MR, Toh JY, Sugianto R, Yuan WL, Lee YS, Tan KH, et al. Development and evaluation of a diet quality index for preschool-aged children in an Asian population: The Growing Up in Singapore Towards Healthy Outcomes cohort. *J Acad Nutr Diet.* 2023; 123 (2): 299–308.e3. DOI: 10.1016/j.jand.2022.06.013.
23. Jarman M, Vashi N, Angus A, Bell RC, Giesbrecht GF, AprON study team. Development of a diet quality index to assess adherence to Canadian dietary recommendations in 3-year-old children. *Public Health Nutr.* 2020; 23 (3): 385–93. DOI: 10.1017/S1368980019002039.
24. Цукина Е. В., Сарбаш И. В. Современный взгляд на вариабельность сердечного ритма в нейрокardiологии. *Актуальные проблемы медицины.* 2025; 48 (2): 166–82. DOI: 10.52575/2687-0940-2025-48-2-166-182.
25. Михайленко Б. Ю., Панков М. Н. Вариабельность сердечного ритма: индивидуальные различия, роль в нейровисцеральной интеграции и оценке адаптационного потенциала человека (обзор). *Журнал медико-биологических исследований.* 2026; 14 (2): 91–105. DOI: 10.37482/2687-1491-Z287.
26. Яманова Г. А., Сердюков В. Г., Антонова А. А., Милоченкова Л. А., Ширинова З. Р. Эффективность мониторинга и оздоровления детского населения в образовательной среде. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.* 2021; (1): 173–7. DOI: 10.19163/1994-9480-2021-1(77)-173-177.
27. Сетко Н. П., Сетко И. А. Адаптационные резервы организма младших школьников с нормальной и избыточной массой тела. *Оренбургский медицинский вестник.* 2021; 9 (4): 52–4.
28. Sekaninova N, Olexova LB, Visnovcova Z, Ondrejka I, Tonhajzerova I. Role of neuroendocrine, immune, and autonomic nervous system in anorexia nervosa-linked cardiovascular diseases. *Int J Mol Sci.* 2020; 21 (19): 7302. DOI: 10.3390/ijms21197302.
29. Young HA, Benton D. Heart-rate variability: A biomarker to study the influence of nutrition on physiological and psychological health? *Behav Pharmacol.* 2018; 29 (2 and 3-Spec Issue): 140–51. DOI: 10.1097/FBP.0000000000000383.
30. Lopresti AL. Association between micronutrients and heart rate variability: A review of human studies. *Adv Nutr.* 2020; 11 (3): 559–75. DOI: 10.1093/advances/nmz136.

References

1. Saavedra JM, Prentice AM. Nutrition in school-age children: A rationale for revisiting priorities. *Nutr Rev.* 2023; 81 (7): 823–43. DOI: 10.1093/nutrit/nuac089.
2. Rundle AG, Factor-Litvak P, Suglia SF, Susser ES, Kezios KL, Lovasi GS, et al. Tracking of obesity in childhood into adulthood: Effects on body mass index and fat mass index at age 50. *Child Obes.* 2020; 16 (3): 226–33. DOI: 10.1089/chi.2019.0185.
3. Sommer A, Twig G. The impact of childhood and adolescent obesity on cardiovascular risk in adulthood: A systematic review. *Curr Diab Rep.* 2018; 18 (10): 91. DOI: 10.1007/s11892-018-1062-9.
4. Meyer JF, Larsen SB, Blond K, Damsgaard CT, Bjerregaard LG, Baker JL. Associations between body mass index and height during childhood and adolescence and the risk of coronary heart disease in adulthood: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2021; 22 (9): e13276. DOI: 10.1111/obr.13276.
5. Marcus C, Danielsson P, Hagman E. Pediatric obesity — Long-term consequences and effect of weight loss. *J Intern Med.* 2022; 292 (6): 870–91. DOI: 10.1111/joim.13547.
6. Baevskij RM, Chernikova AG. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma: fiziologicheskie osnovy i osnovnye metody provedeniya. *Cardiometry.* 2017; (10): 66–76 (in Rus.). DOI: 10.12710/cardiometry.2017.6676.
7. Strüven A, Holzapfel C, Stremmel C, Brunner S. Obesity, nutrition and heart rate variability. *Int J Mol Sci.* 2021; 22 (8): 4215. DOI: 10.3390/ijms22084215.
8. Agorastos A, Mansueto AC, Hager T, Pappi E, Gardikioti A, Stiedl O. Heart rate variability as a translational dynamic biomarker of altered autonomic function in health and psychiatric disease. *Biomedicines.* 2023; 11 (6): 1591. DOI: 10.3390/biomedicines11061591.
9. Martinchik AN. Indeksy kachestva pitaniya kak instrument integral'noj otsenki ratsiona pitaniya. *Voprosy pitaniya.* 2019; 88 (3): 5–12 (in Rus.). DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10024.
10. Shams-White MM, Pannucci TE, Lerman JL, Herrick KA, Zimmer M, Meyers Mathieu K, et al. Healthy Eating Index-2020: Review and update process to reflect the dietary guidelines for Americans, 2020–2025. *J Acad Nutr Diet.* 2023; 123 (9): 1280–8. DOI: 10.1016/j.jand.2023.05.015.
11. Pannucci TE, Lerman JL, Herrick KA, Shams-White MM, Zimmer M, Meyers Mathieu K, et al. Development of the Healthy Eating Index–Toddlers-2020. *J Acad Nutr Diet.* 2023; 123 (9): 1289–97. DOI: 10.1016/j.jand.2023.05.013.
12. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normy SanPiN 2.3/2.4.3590-20 "Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k organizatsii obshchestvennogo pitaniya naseleniya" (in Rus.).
13. Metodicheskie rekomendatsii MP 2.3.1.0253-21 "Normy fiziologicheskikh potrebnostej v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossijskoj Federatsii" (in Rus.).
14. Trifonova YuV, Mazhaeva TV, Potapkina EP. Integrirovannyj nauchnyj podkhod k analizu dannykh po pitaniyu razlichnykh grupp naseleniya. V sbornike: Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya — 2024: 150-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N. A. Semashko posvyashchaetsya. Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora s mezhdunarodnym uchastiem, 14–16 oktyabrya 2024 g., Perm'. Perm': Permskij natsional'nyj issledovatel'skij politekhnicheskij universitet, 2024; 150–60 (in Rus.).
15. Basiotis PP, Carlson A, SA Gerrior, WY Juan, M Lino. The healthy eating index, 1999–2000: charting dietary patterns of Americans. *Fam Econ Nutr Rev.* 2004; 16 (1): 39–48.
16. Chernaya NL, Maskova GS, Ganuzin VM, Shubina EV, Dadaeva OB. Normativy otsenki antropometricheskikh pokazatelej u detej ot 0 do 19 let v sootvetstvii s rekomendatsiyami Vsemirnoj organizatsii zdoravookhraneniya: uchebnoe posobie. Yaroslavl', 2018; 116 p. (in Rus.).
17. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond).* 2006; 30 (4): 598–602. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803232.
18. Yarilov S. V. Fiziologicheskie aspekty novoj informatsionnoj tekhnologii analiza biofizicheskikh signalov i printsipy tekhnicheskoy realizatsii. SPb.: RVMA, NIL "Dinamika", 2001; 70 p. (in Rus.).
19. Núñez-Rivas HP, Holst-Schumacher I, Campos-Saborio N. New Diet Quality Index for children and adolescents in Costa Rica. *Nutr Hosp.* 2020; 37 (1): 65–72. DOI: 10.20960/nh.02695.
20. Sazonova OV, Gavryushin MYu, Berezhnova OV, Borodina LM, Gorbachev DO, Frolova OV, et al. Analiz shkol'nogo pitaniya v usloviyakh realizatsii sovremennogo federal'nogo zakonodatel'stva (opyt Samarskoj oblasti). *Voprosy detskoj dietologii.* 2020; 18 (6): 5–11 (in Rus.). DOI: 10.20953/1727-5784-2020-6-5-11.
21. Setko AG, Mryasova ZhK, Tyurin AV. Integral'naya otsenka pitaniya i nutritivnaya obespechennost' organizma detej s alimentarno-zavisimoy patologiej. *Orenburgskij meditsinskij vestnik.* 2021; 9 (2): 61–5 (in Rus.).
22. Rolands MR, Toh JY, Sugianto R, Yuan WL, Lee YS, Tan KH, et al. Development and evaluation of a diet quality index for preschool-aged children in an Asian population: The Growing Up in Singapore Towards Healthy Outcomes cohort. *J Acad Nutr Diet.* 2023; 123 (2): 299–308.e3. DOI: 10.1016/j.jand.2022.06.013.
23. Jarman M, Vashi N, Angus A, Bell RC, Giesbrecht GF, APron study team. Development of a diet quality index to assess adherence to Canadian dietary recommendations in 3-year-old children. *Public Health Nutr.* 2020; 23 (3): 385–93. DOI: 10.1017/S1368980019002039.
24. Shchukina EV, Sarbash IV. Sovremennyy vzglyad na variabel'nost' serdechnogo ritma v nejrokardiologii. Aktual'nye problemy meditsiny. 2025; 48 (2): 166–82 (in Rus.). DOI: 10.52575/2687-0940-2025-48-2-166-182.
25. Mikhajlenko BYu, Pankov MN. Variabel'nost' serdechnogo ritma: individual'nye razlichiya, rol' v nejrovistseral'noj integratsii i otsenke adaptatsionnogo potentsiala cheloveka (obzor). *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovanij.* 2026; 14 (2): 91–105 (in Rus.). DOI: 10.37482/2687-1491-Z287.
26. Yamanova GA, Serdyukov VG, Antonova AA, Milyuchenkova LA, Shirinova ZR. Effektivnost' monitoringa i ozdorovleniya detskogo naseleniya v obrazovatel'noj srede. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta.* 2021; (1): 173–7 (in Rus.). DOI: 10.19163/1994-9480-2021-1(77)-173-177.
27. Setko NP, Setko IA. Adaptatsionnye rezervy organizma mladshikh shkol'nikov s normal'noj i izbytochnoj massoj tela. *Orenburgskij meditsinskij vestnik.* 2021; 9 (4): 52–4 (in Rus.).
28. Sekaninova N, Olexova LB, Visnovcova Z, Ondrejka I, Tonhajzerova I. Role of neuroendocrine, immune, and autonomic nervous system in anorexia nervosa-linked cardiovascular diseases. *Int J Mol Sci.* 2020; 21 (19): 7302. DOI: 10.3390/ijms21197302.
29. Young HA, Benton D. Heart-rate variability: A biomarker to study the influence of nutrition on physiological and psychological health? *Behav Pharmacol.* 2018; 29(2 and 3-Spec Issue): 140–51. DOI: 10.1097/FBP.0000000000000383.
30. Lopresti AL. Association between micronutrients and heart rate variability: A review of human studies. *Adv Nutr.* 2020; 11 (3): 559–75. DOI: 10.1093/advances/nmz136.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕЙРОЛЕПТИКОВ МЕТОДОМ КЛИНОВИДНОЙ ДЕГИДРАТАЦИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Е. Д. Другова ✉, Н. И. Шеина, В. В. Королик

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

В последнее время увеличилось количество случаев небезопасного приема населением лекарственных препаратов, в том числе нейролептиков. Бесконтрольное применение лекарств приводит к увеличению нарушений физического здоровья и снижению качества жизни. Прогнозирование эффектов веществ в организме и выявление таких случаев — задачи превентивной медицины. Целью исследования было оценить возможность применения метода клиновидной дегидратации для определения нейролептиков (аминазина и галоперидола) в сыворотке крови. В эксперименте использовали беспородных крыс-самцов, которым внутривенно вводили аминазин и галоперидол в дозе 35 мг/кг и 10 мг/кг соответственно. Контрольная группа получала дистиллированную воду. Структуры фаций сыворотки крови оценивали через 1, 4, 24 ч после введения нейролептиков. Для сравнительного анализа данных использовали параметрические статистические методы ($p \leq 0,05$). Выявлено сходство структур сыворотки крови крыс и человека при физиологической норме. После введения галоперидола и аминазина в фациях крыс выявлено появление отличных от нормы структур. Через 1 ч обнаружены трещины «серебра», через 4 ч — жгутообразные структуры в виде листа в листе (после введения галоперидола) и в виде двойного листа (после введения аминазина), а через 24 ч — увеличение толщины трехлучевых трещин. Полученные результаты продемонстрировали эффективность метода клиновидной дегидратации при изучении влияния нейролептиков в эксперименте.

Ключевые слова: нейролептики, аминазин, галоперидол, клиновидная дегидратация, эксперимент

Вклад авторов: Е. Д. Другова — сбор и обработка материала, написание текста статьи, статистическая обработка данных; Н. И. Шеина — концепция и дизайн исследования, написание текста статьи, редактирование; В. В. Королик — концепция исследования, редактирование текста статьи.

Соблюдение этических стандартов: содержание животных и обращение с ними в эксперименте соответствовали правилам надлежащей лабораторной практики (GLP) и ГОСТ 33044–2014 «Принципы надлежащей лабораторной практики». Исследование одобрено этическим комитетом РНИМУ имени Н. И. Пирогова (протокол № 9 от 20 сентября 2023 г.). При отборе крови у волонтеров после подписания ими добровольного согласия руководствовались ГОСТ Р 59778–2021 «Процедуры взятия проб венозной и капиллярной крови для лабораторных исследований».

✉ **Для корреспонденции:** Елена Дмитриевна Другова
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117513, Россия; drugova.elena2009@yandex.ru

Статья получена: 28.11.2025 **Статья принята к печати:** 17.05.2026 **Опубликована онлайн:** 26.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.175

Авторские права: © 2026 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/>).

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF THE EFFECT OF ANTIPSYCHOTICS BY WEDGE-SHAPED DEHYDRATION

Drugova ED ✉, Sheina NI, Korolik VV

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

Recently, there has been an increase in the number of cases of unsafe use of medications, including antipsychotics, by the population. The uncontrolled use of medication leads to an increase in the rate of physical health problems and a decrease in the quality of life. Predicting the effects of substances in the body and identifying such cases are tasks of preventive medicine. The study aimed to assess the possibility to use the wedge-shaped dehydration method to determine antipsychotics (aminazine and haloperidol) in blood serum. Male outbred rats intragastrically administered aminazine and haloperidol at a dose of 35 mg/kg and 10 mg/kg, respectively, were used for the experiment. The control group was administered distilled water. Structures of blood serum facies were assessed 1, 4, 24 h after the antipsychotic administration. Parametric statistical methods were used for the analysis of comparative data ($p \leq 0.05$). Similarities of the structures of rat and human blood serum under physiological conditions were identified. The emergence of structures deviating from normal was observed in the rat facies after the haloperidol and aminazine administration. After 1 h, "silver" cracks were detected; after 4 h, rope-like structures resembling a "leaf-within-a-leaf" (following haloperidol administration) and a "double leaf" (following aminazine administration) were observed; and after 24 h, an increase in the thickness of triradiate cracks was noted. The findings demonstrated the efficacy of the wedge-shaped dehydration method in the experimental assessment of the effects of antipsychotics.

Keywords: antipsychotics, aminazine, haloperidol, wedge-shaped dehydration, experiment

Author contribution: Drugova ED — material collection and processing, manuscript writing, statistical analysis; Sheina NI — research concept and design, manuscript writing, editing; Korolik VV — research concept, manuscript editing.

Compliance with ethical standards: animal keeping and handling during the experiment were compliant with the principles of Good Laboratory Practice (GLP) and GOST 33044–2014 "Principles of Good Laboratory Practice". The study was approved by the Ethics Committee of the Pirogov Russian National Research Medical University (protocol No. 9 dated September 20, 2023). Blood collection from the volunteers, who had had submitted the informed consent, was regulated by GOST R 59778–2021 "Procedure of Venous and Capillary Blood Sampling Procedure for Laboratory Testing".

✉ **Correspondence should be addressed:** Elena D. Drugova
Ostrovityanova, 1, Moscow, 117513, Russia; drugova.elena2009@yandex.ru

Received: 28.11.2025 **Accepted:** 17.05.2026 **Published online:** 26.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.175

Copyright: © 2026 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/>).

В последнее время в связи с изменением социально-экономических условий (ростом числа кризисных явлений в мировой политике и экономике, стрессовыми факторами) и доступностью медицинской информации на интернет-ресурсах увеличилось количество случаев бесконтрольного приема населением лекарственных препаратов, в том числе нейролептиков [1, 2]. Сообщают, что депрессивными расстройствами страдают до 60% всего населения, 91% обращений по рецептам в аптеку составляют средства, угнетающие центральную нервную систему, — транквилизаторы, снотворные, антидепрессанты, нейролептики [3].

Нерационально использованные лекарственные средства могут иметь серьезные побочные эффекты и снижать качество жизни людей, поэтому своевременное выявление приема наркотических, антипсихотических лекарственных средств, знание и соблюдение правил информационной гигиены в киберпространстве, выполнение оздоровительных мероприятий будет способствовать сохранению физического, психического и социального благополучия населения (превентивная медицина). Продолжается поиск прогностических моделей раннего выявления небезопасного приема подобных лекарственных препаратов.

Метод клиновидной дегидратации получил распространение как метод, используемый для диагностики патологических процессов и оценки эффективности лекарственной терапии в клинической практике. Значительный вклад в теорию и практическое применение этого метода внесли профессор В. Н. Шабалин, сотрудники кафедры геронтологии РНИМУ имени Н. И. Пирогова и их последователи [4–8]. Принцип метода состоит в образовании пленки (фации) при высыхании открытой капли сыворотки крови на горизонтальной подложке. Анализ большого клинического материала позволил выявить различия в структуре фаций здоровых людей и пациентов, имеющих хронические и острые заболевания, что послужило основой для атласа биологических жидкостей при различных патологиях [4, 9]. Показано, что эффективная лекарственная терапия приводила к снижению количества структур-маркеров патологических состояний в фациях [5, 6]. Кроме того, метод клиновидной дегидратации был рекомендован для судебно-медицинской экспертизы смертельных отравлений наркотическими и сильнодействующими веществами [10, 11].

В многочисленных работах представлены убедительные доказательства того, что образующиеся в фации структуры обусловлены изменениями молекулярного состава и физико-химических свойств биологических жидкостей организма при различных патологических состояниях и в связи с этим имеют универсальный характер [12–17]. Настоящее исследование актуально, так как основано на предпосылке, что наличие определенных структур, их сочетаний и количество в фациях также могут служить интегральным показателем общего состояния организма при воздействии ксенобиотиков. Поэтому научный и практический интерес представляет выявление в фациях сыворотки крови изменений архитектоники и структур-маркеров, характерных для воздействия веществ, обладающих антипсихотическими свойствами, то есть нейролептиков.

Целью работы было оценить возможность применения метода клиновидной дегидратации для определения нейролептиков (аминазина и галоперидола) в сыворотке крови экспериментальных животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В эксперименте использовали 30 беспородных крыс-самцов в возрасте 5–6 месяцев с массой тела 180–200 г (получены из питомника «Столбовая» ФГБУН НЦБМТ ФМБА России). Животных содержали на стандартном пищевом рационе в течение всего эксперимента. Крысы находились в пластиковых клетках на подстилке из мелкой древесной стружки. Условия содержания животных соответствовали ГОСТ 33216–2014. Были сформированы три группы, каждая статистическая группа состояла из 10 особей.

Крысам внутрижелудочно вводили аминазин (хлорпромазина гидрохлорид) в дозе 35 мг/кг и галоперидол (производное бутирофенона) в дозе 10 мг/кг, что в пересчете на человека соответствовало высшим суточным терапевтическим дозам (ВСТД). Контрольная группа получала дистиллированную воду в объеме, соответствующем объему введения подопытным животным. Кровь отбирали из подъязычной вены через 1, 4, 24 ч после введения нейролептиков, из полученной сыворотки готовили фации. При помощи автоматической пипетки на предметные стекла наносили капли биологической жидкости объемом 20 мкл. Стекла оставляли сушиться на сутки в помещении с оптимальным микроклиматическим режимом [18]. Для просмотра и фотографирования общего вида и структур фаций использовали комплект цифрового микроскопа с видеокамерой ADF B50 (ADF; Китай). Архитектонику фаций, количество идентичных структур-маркеров патологических состояний и ширину зон оценивали, используя полученные изображения. Для сравнительной характеристики нормы фаций крысы и человека отбирали венозную кровь из локтевого сгиба у 12 здоровых волонтеров и готовили фации описанным выше способом.

Статистический анализ полученных данных предполагал подсчет среднего арифметического и стандартного отклонения в группах. Значимость различий между группами выявляли при $p \leq 0,05$ по t -критерию Стьюдента и критерию Даннета (q'), чтобы избежать эффекта множественных сравнений. Анализ показателей выполняли с помощью программы BioStat (Glantz; США) [19].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вначале был проведен анализ архитектоники фаций сыворотки крови крысы и человека при физиологической норме (рис. 1).

Отмечена общность (сходство) структур фаций сыворотки крысы и человека. В обоих случаях фации демонстрировали симметрию, радиально расходящиеся трещины, отдельности и конкреции. Гомологичность структур фации, соответствующих физиологической норме, предполагает, что при определенных патологических состояниях и вредных воздействиях факторов среды у животного и человека также могут быть найдены подобные структуры фации. Кроме того, указанное сходство позволяет использовать критерии и маркеры фаций сыворотки человека, описанные в исследованиях С. Н. Шатохиной и В. Н. Шабалина, при проведении морфологического анализа фации сыворотки крыс в эксперименте [4, 9].

После внутрижелудочного введения аминазина и галоперидола было проанализировано поведение животных. У крыс подопытных групп через час после введения аминазина и галоперидола отмечен седативный эффект, клиническая картина которого характеризовалась

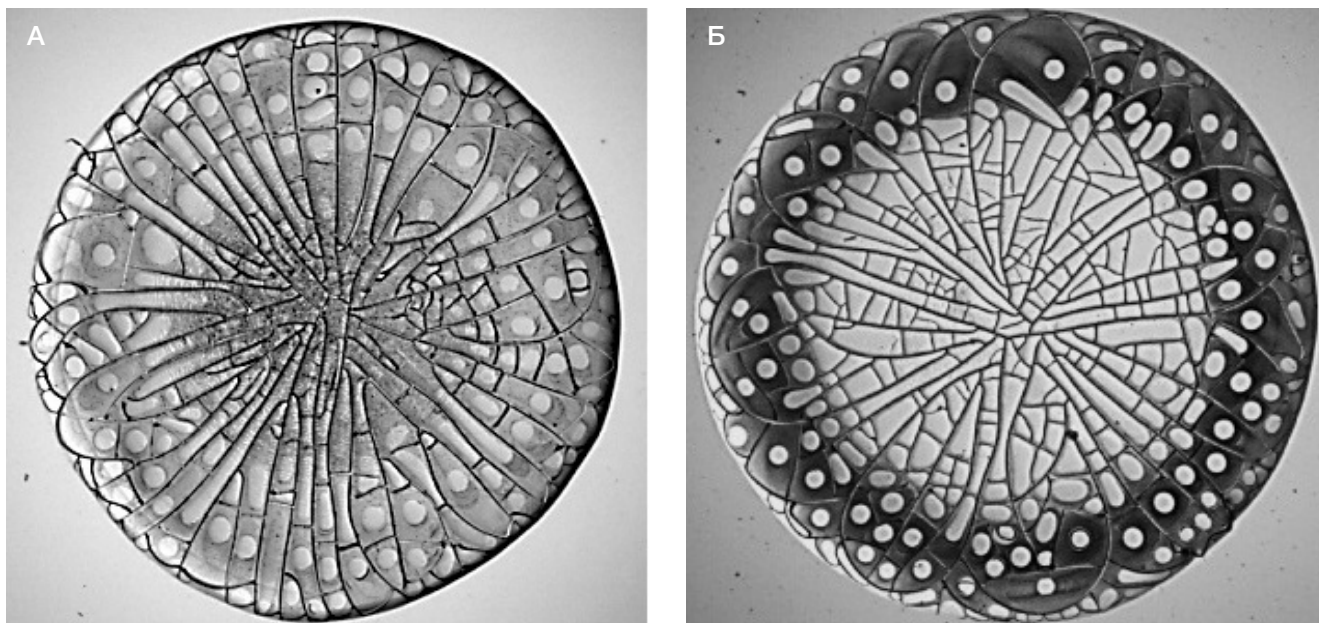


Рис. 1. Структура фаций сыворотки при физиологической норме у крысы и человека. **А.** Крыса. **Б.** Человек

вялостью, пассивностью и снижением двигательной активности. Пик действия нейролептиков наблюдался через 4 ч, через 24 ч различий клинической картины подопытных и контрольных крыс выявлено не было.

Затем были выполнены морфологический анализ архитектоники фаций сыворотки крови, количественная оценка структур и выявление структур-маркеров (табл. 1). Через час после введения аминазина и галоперидола отмечено уменьшение ширины центральной зоны фаций сыворотки крови у подопытных крыс по сравнению с фациями животных контрольной группы (рис. 2, табл. 1). Изменение было наиболее выраженным при введении аминазина. Оценка ширины центральной зоны фации показала уменьшение в среднем в 1,3 раза после введения галоперидола и в 2 раза после введения аминазина по сравнению с соответствующим показателем животных контрольной группы.

Через 4 ч после введения лекарственных препаратов у крыс выявлены жгутообразные структуры в виде листа в центральной зоне фации сыворотки крови. Кроме того, в этой же зоне фаций сыворотки крови крыс после введения галоперидола зарегистрирована морщинистость (рис. 3, табл. 1).

В фациях сыворотки крови крыс подопытных групп наблюдались жгутообразные трещины, в то время как у животных контрольной группы такие структуры зарегистрированы не были. При этом среднее количество трещин данного вида в фациях сыворотки крови у крыс, которым вводили галоперидол, было в 1,9 раза больше, чем у крыс, которым вводили аминазин.

Через 24 ч, несмотря на то, что поведение подопытных животных нормализовалось и не отличалось от поведения контрольных животных, в фациях сыворотки крови крыс, которым вводили нейролептики, появились структуры, отсутствующие в контрольной группе. При введении галоперидола и аминазина в фациях сыворотки крови крыс в наружной зоне были отмечены спиралевидные трещины (рис. 4). Среднее количество спиралевидных трещин было значимо больше (в 1,4 раза) в фациях крыс, которым вводили галоперидол, чем в фациях животных, которым вводили аминазин (табл. 1).

Следует подчеркнуть, что такой маркер, как морщинистость поверхности фации, появлялся в разное время: так, после введения галоперидола ее обнаруживали в течение всего периода наблюдения, при этом данный маркер обнаруживали только через 24 ч после введения аминазина (табл. 2).

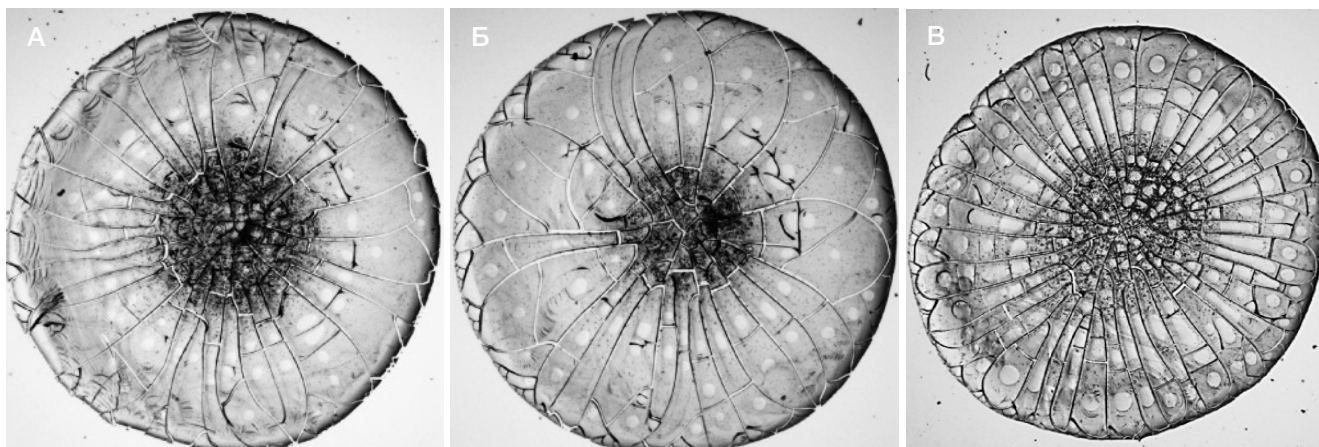


Рис. 2. Уменьшение ширины центральной зоны фации сыворотки крови крыс (общий вид) через час после введения крысам галоперидола (**А**) и аминазина (**Б**). **В.** Контрольная группа, увеличение $\times 12,5$

Таблица 1. Изменение структур-маркеров фазии сыворотки крови через 1, 4, 24 ч после введения нейролептиков

Показатель	Группы крыс		
	Контроль	Галоперидол, 10 мг/кг	Аминазин, 35 мг/кг
Ширина центральной зоны, % 1 ч после введения	50,2 ± 4,1	37,4 ± 2,8*	24,9 ± 2,4*
Количество жгутообразных структур, 4 ч после введения	–	5,44 ± 2,19	2,88 ± 1,71**
Количество спиралевидных трещин, 24 ч после введения	–	17,56 ± 5,01	12,50 ± 1,86**

Примечание: * — различия значимы по критерию Даннета при сравнении с контрольной группой ($p \leq 0,05$); ** — различия значимы по t -критерию Стьюдента при сравнении групп животных, которым вводили нейролептики ($p \leq 0,05$).

Таким образом, проведенное исследование позволило выделить маркеры действия нейролептиков в фазах сыворотки крови крыс, определить их количество, выявить сходство и различие их эффектов на уровнях, соответствующих ВСТД нейролептиков.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Литературные данные свидетельствуют о том, что метод клиновидной дегидратации, в основе которого лежат фундаментальные процессы изменения молекулярного состава и физико-химических свойств сыворотки крови, применим при различных патологических состояниях и воздействии вредных факторов окружающей среды. В клинических исследованиях его используют

для дифференциальной диагностики различных заболеваний внутренних органов (головного мозга, печени, яичников и т. д.), оценки эффективности химиотерапии злокачественных новообразований, а также в качестве метода для экспертизы смертельных отравлений токсичными веществами [5–17].

Информативность метода обусловлена, прежде всего, ранним появлением маркеров воздействия в фазах сыворотки крови, — в период, когда клинические и биохимические проявления нарушения состояния здоровья еще могут отсутствовать.

Перед авторами стояла задача сравнить фазы сыворотки крови человека и животного и попытаться обосновать экспериментальную модель для прогнозирования эффектов вредных веществ на здоровье человека на примере

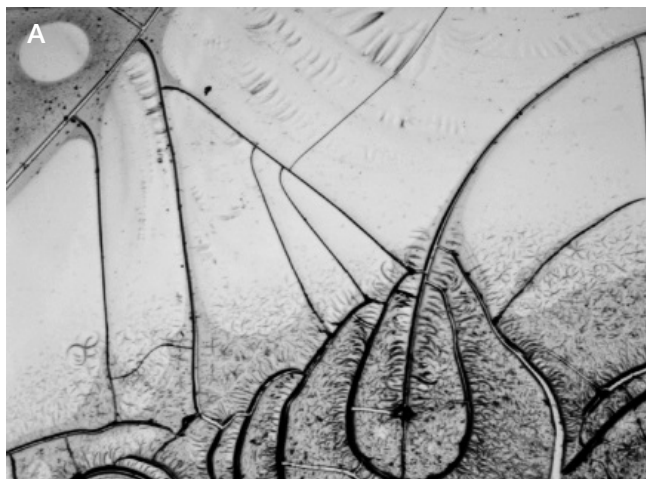


Рис. 3. Жгутообразные структуры фазии сыворотки крови крыс через 4 ч после внутрибрюшного введения крысам галоперидола (А) и аминазина (Б), увеличение × 63

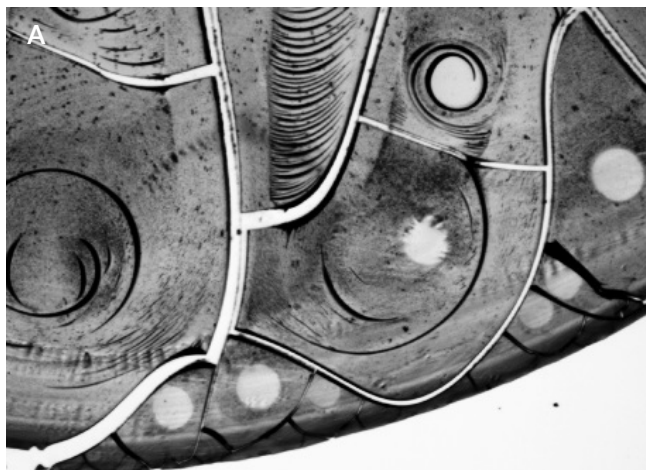


Рис. 4. Спиралевидные трещины в фазах сыворотки крови крыс через 24 ч после введения крысам галоперидола (А) и аминазина (Б), увеличение × 63

Таблица 2. Сводная таблица маркеров и эффектов нейролептиков в разные сроки наблюдения у крыс

Эффект нейролептика	Препараты, время после введения, ч								
	Галоперидол			Аминазин			Контроль		
	1	4	24	1	4	24	1	4	24
Поведение	+	+	–	+	+	–	–	–	–
Изменение общего вида фации	+	+	+	+	+	+	–	–	–
Жгутообразные структуры	–	+	–	–	+	–	–	–	–
Морщинистость	+	+	+	–	–	+	–	–	–
Спиралевидные трещины	–	–	+	–	–	+	–	–	–
Трещины «серебра»	+	–	–	+	–	–	–	–	–
Трехлучевые трещины	–	–	+	–	–	+	–	–	–

Примечание: + — наличие эффекта; – — отсутствие эффекта.

влияния нейролептиков — актуальных субстанций, широко используемых населением в качестве лекарственных средств.

Показано большое сходство общей архитектоники, отдельных структур фаций физиологической нормы человека и крысы. Обращает на себя внимание сходство архитектоники фаций сыворотки крови после приема нейролептиков человеком и после введения животным. На рис. 5 представлены структуры центральной зоны фации сыворотки крысы и молодого мужчины через 24 ч после введения/приема галоперидола — в центральной зоне фации сыворотки крови видны характерные жгутообразные структуры в виде листа. Хронические заболевания в анамнезе мужчины отсутствовали.

Авторы более подробно изучили изменение конфигурации и структур фаций в сыворотке крови крыс при воздействии нейролептиков. Исследование показало, что воздействие аминазина и галоперидола проявляется как в структурном сходстве, так и в различии фаций сыворотки крови животных, что, по-видимому, можно объяснить характером действия препаратов. Аминазин обладает антигистаминным, антиадренергическим эффектами и мощным седативным действием. Галоперидол является мощным антипсихотическим средством, блокирующим дофаминергическую активность, которое обладает умеренным седативным эффектом [20, 21]. Седативный эффект у крыс в эксперименте был отмечен в течение 4 ч после введения препаратов.

Динамические наблюдения показали, что через час после введения обоих препаратов в фации были выявлены трещины «серебра» в наружной зоне, наличие которых свидетельствовало о нарушении эластичности сосудов и понижении артериального давления. Эти структуры приведены в атласе неклоточных тканей человека при патологии сосудов у пациентов [9]. Через 4 ч отмечено появление большого количества морщин, которое свидетельствовало о нарастании интоксикации. Кроме того, в центральной зоне фаций сыворотки крови крыс после введения нейролептиков были зарегистрированы жгутообразные структуры в виде листа в листе (после введения галоперидола) и в виде двойного листа (после введения аминазина), наличие которых свидетельствовало о гипоксии клеток мозга и изменении метаболических процессов [9]. Через 24 ч после введения нейролептиков в центральной и наружной зонах наблюдали увеличение толщины трехлучевых трещин, наличие которых указывало на застойные явления в органах. В этот срок зарегистрированы спиралевидные трещины, которые, как правило, образуются при гиперпротеинемии в результате снижения фильтрующей способности почек.

Однако выраженность и время проявления эффектов галоперидола и аминазина различны — при введении галоперидола наблюдается значимо больше жгутообразных структур и спиралевидных трещин, а маркеры интоксикации проявляются уже через час после введения галоперидола

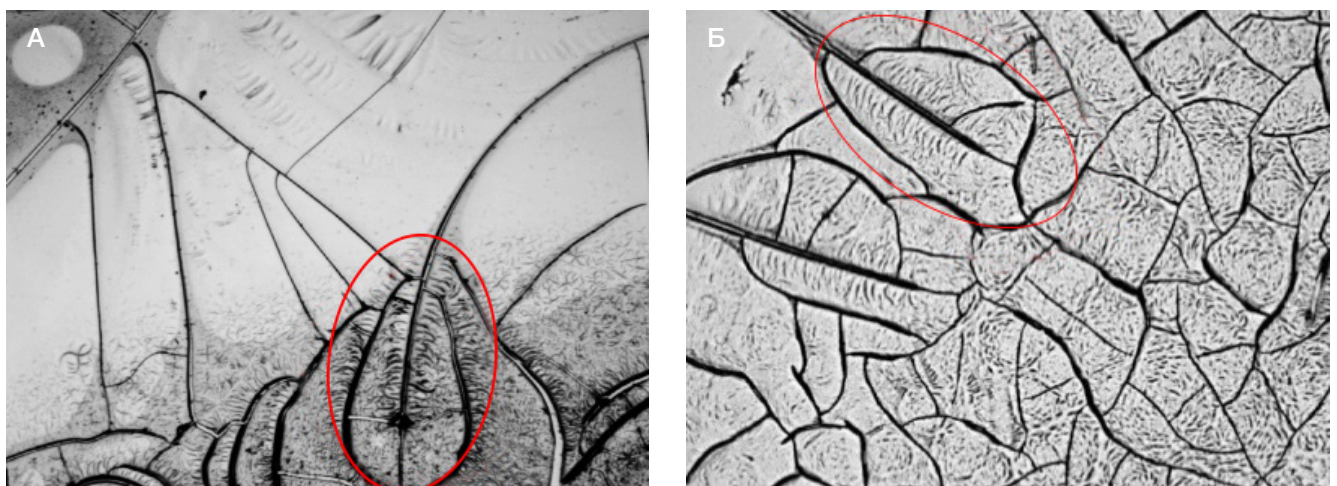


Рис. 5. Жгутообразные структуры фации сыворотки крови через 24 ч после введения галоперидола крысе (А) и приема человеком (Б) — обведены красным, увеличение × 63

и сохраняются в течение суток. При введении аминазина они наблюдаются только через 24 ч.

По мнению авторов, полученные результаты и дальнейшие исследования позволяют рассмотреть использование метода клиновидной дегидратации в эксперименте на крысах в качестве прогностического критерия для экстраполяции результатов на человека. Основу этого составляют общность структур фаций сыворотки крови при физиологической норме и единство механизмов дегидратационной самоорганизации биологических жидкостей человека и крысы.

Помимо влияния нейролептиков на организм животных ранее методом клиновидной дегидратации были исследованы эффекты воздействия других токсичных веществ (стрихнина и оксида мышьяка (V), этилового спирта, кофеина), обладающих разной биологической активностью и разными физико-химическими свойствами. Показано, что воздействие этих соединений на организм и его проявление в архитектонике фации сыворотки крови крысы, с одной стороны, подчинялись общим закономерностям, а, с другой стороны, эффект имел специфические признаки, отражающие биологическую активность каждого соединения [22, 23]. Это подтверждает научную и практическую значимость применения данного метода.

Необходимо акцентировать внимание на том, что интоксикацию химическими веществами, в том числе лекарственными препаратами, на практике определяют сложными лабораторными методами, которые требуют длительной подготовки проб, дорогих расходных материалов. Рассматривая метод клиновидной дегидратации с экономической точки зрения, необходимо отметить, что он имеет ряд преимуществ — требует меньше времени, позволяя быстро получить предварительные

результаты, что делает его перспективным в качестве метода для определения воздействия токсичных веществ и их идентификации в превентивной медицине. Для широкого внедрения и использования метода в будущем необходимо создать библиотеку фотографий фаций сыворотки крови экспериментальных животных и базу данных изменений после воздействия вредных химических соединений.

ВЫВОДЫ

Введение нейролептиков (аминазина и галоперидола) в дозах, соответствующих высшим суточным терапевтическим дозам (ВСТД), вызывало структурные изменения организации дегидратированной сыворотки крови крыс, которые выражались в уменьшении ширины центральной зоны, появлении жгутообразных структур и спиралевидных трещин, отсутствующих у контрольных животных, что коррелировало с поведенческой реакцией подопытных крыс. Метод клиновидной дегидратации показал высокую чувствительность и информативность при изучении влияния нейролептиков в эксперименте. Это позволяет предложить его как перспективный и малозатратный метод для прогнозирования воздействия химических факторов производственной и окружающей среды на человека.

По нашему мнению, необходимо продолжить исследования по выявлению отличий морфологии дегидратированных биологических жидкостей физиологической нормы и фаций после воздействия ксенобиотиков. Полученную в ходе исследования научную информацию можно рекомендовать для использования в целях гигиенического воспитания и проведения санитарно-просветительной работы среди населения для повышения качества жизни.

Литература

1. Доклад о наркоситуации в Российской Федерации в 2024 году. Государственный антинаркотический комитет. М., 2025.
2. Kriikku P, Ojanperä I. Fatal concentrations of antidepressant and antipsychotic drugs in postmortem femoral blood. *J Anal Toxicol*. 2023; 47 (7): 615–22. DOI: 10.1093/jat/bkad044.
3. Бережнова Т. А., Лунова Е. А., Уйманова А. А. Данные анкетирования фармацевтических работников о рецептурном отпуске лекарственных препаратов в аптечных учреждениях Воронежской области. *Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья*. 2021; (86): 56–60.
4. Шабалин В. Н., Шатохина С. Н. Морфология биологических жидкостей человека. М.: Хризостом, 2001; 304 с.
5. Балканов А. С. Злокачественная глиома головного мозга: возрастные особенности, новые подходы к диагностике и лечению [диссертация]. М., 2010.
6. Арджа А. Ю., Пржедецкий Ю. В., Неродо Г. А., Шихлярова А. И., Куркина Т. А. Самоорганизация сыворотки крови больных с распространенными формами рака яичников при химиотерапии в сочетании с ингаляцией. *Международный журнал экспериментального образования*. 2013; (10): 226–32.
7. Обухова Л. М., Ерлыкина Е. И., Алясова А. В., авторы; ГБОУ ВПО НижГМА Минздрава России, патентообладатель. Способ прогнозирования эффективности химиотерапии у больных со злокачественными новообразованиями эпителиальных тканей. Патент РФ № 2013135809/15. 20.02.2015.
8. Карпухина М. Б. Динамика клинических проявлений и морфологической картины плазмы крови при дисциркуляторной энцефалопатии на фоне нейропротективной терапии [диссертация]. Нижний Новгород, 2012.
9. Шатохина С. Н., Шабалин В. Н. Атлас структур не клеточных тканей человека в норме и при патологии: учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования врачей и биологов в 3-х томах. Москва–Тверь: Триада, 2013.
10. Эделев Н. С., Конов А. С., Обухова Л. М. Применение клиновидной дегидратации при судебно-медицинской экспертизе смертельных отравлений наркотическими и сильнодействующими веществами. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2008; (5): 39–41.
11. Обухова Л. М., Андриянова Н. А. Определение веществ низкой и средней молекулярной массы в сыворотке крови как дополнительный диагностический критерий при смертельных отравлениях наркотическими веществами. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2014; (6): 37–9.
12. Беляков К. М., Потехина Ю. П., авторы. Способ установления паранеопластического генеза полиневропатии. Патент РФ № 2315304. 20.01.2008.

13. Котова О. В., Потехина Ю. П., Густов А. В. Нижегородская государственная медицинская академия, патентообладатель. Способ диагностики рассеянного склероза. Патент РФ № 2242759С1. 20.12.2004.
14. Маринич Т. В., Борсуков А. В. Применение метода клиновидной дегидратации биологических жидкостей в клинике внутренних болезней. Здоровье для всех. Медицинские науки. 2012; (1): 3–6.
15. Абжалилова Д. М. Клинико-диагностическое значение структурных изменений сыворотки крови при хронических гепатитах и циррозах печени [диссертация]. Астрахань, 2012.
16. Другова Е. Д., Пушкин А. С., Образцов Н. В., Борунов А. А. Физико-химические процессы и механизмы дегидратационной самоорганизации биологических жидкостей. Химия и технология органических веществ. 2018; 1 (5): 64–74.
17. Обухова Л. М. Роль протеинов в формировании структурного макропортрета плазмы крови при интоксикации организма [диссертация]. Нижний Новгород, 2010.
18. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и/или безвредности для человека факторов среды обитания».
19. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999; 459 с.
20. Видаль. Справочник лекарственных средств [Интернет]. URL: <https://www.vidal.ru>.
21. Машковский М. Д. Лекарственные средства. В двух частях. Ч. 1. 12-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1993; 763 с.
22. Другова Е. Д., Пушкин А. С., Образцов Н. В., Петрунин В. А., Камшилин С. А., Дворецкая С. И. и др. Идентификация контакта лабораторных животных с токсичными химическими соединениями по характерным изменениям в фазах сыворотки периферической крови. Химия и технология органических веществ. 2018; 3 (7): 67–77.
23. Другова Е. Д., Образцов Н. В., Камшилин С. А., Дворецкая С. И., Ачкасова О. И. Изменения свойств сыворотки крови при воздействии этилового спирта и кофеина. Состояние и перспективы разработки медицинских средств защиты от поражающих факторов радиационной, химической и биологической природы: материалы конференции, посвященной 50-летию Научно-исследовательского испытательного центра (мед.-биол. защиты) ГНИИИ ВМ МО РФ. СПб., 2019; 49–55.

References

1. Doklad o narkosituatsii v Rossijskoj Federatsii v 2024 godu. Gosudarstvennyj antinarkoticheskiy komitet. M., 2025 (in Rus.).
2. Kriikku P, Ojanperä I. Fatal concentrations of antidepressant and antipsychotic drugs in postmortem femoral blood. J Anal Toxicol. 2023; 47 (7): 615–22. DOI: 10.1093/jat/bkad044.
3. Berezhnova TA, Luneva EA, Ujmanova AA. Dannye anketirovaniya farmatsevticheskikh rabotnikov o retsepturnom otpuske lekarstvennykh preparatov v aptechnykh uchrezhdeniyakh Voronezhskoj oblasti. Nauchno-meditsinskij vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya. 2021; (86): 56–60 (in Rus.).
4. Shabalin VN, Shatokhina SN. Morfologiya biologicheskikh zhidkostej cheloveka. M.: Khizostom, 2001; 304 p. (in Rus.).
5. Balkanov AS. Zlokachestvennaya glioma golovnogogo mozga: vozrastnye osobennosti, novye podkhody k diagnostike i lecheniyu [dissertatsiya]. M., 2010 (in Rus.).
6. Ardzha AYU, Przhedetskij YuV, Nerodo GA, Shikhlyarova AI, Kurkina TA. Samoorganizatsiya syvorotki krovi bol'nykh s rasprostranennymi formami raka yaichnikov pri khimioterapii v sochetanii s ingaronom. Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. 2013; (10): 226–32 (in Rus.).
7. Obukhova LM, Erlykina EI, Alyasova AV, avtory; GBOU VPO NizhGMA Minzdrava Rossii, patentoobladatel'. Sposob prognozirovaniya effektivnosti khimioterapii u bol'nykh so zlokachestvennymi novoobrazovaniyami epitelial'nykh tkanej. Patent RF № 2013135809/15. 20.02.2015.
8. Karpukhina MB. Dinamika klinicheskikh proyavlenij i morfologicheskoy kartiny plazmy krovi pri distsirkulyatornoj entsefalopatii na fone nejroprotektivnoj terapii [dissertatsiya]. Nizhnij Novgorod, 2012 (in Rus.).
9. Shatokhina SN, Shabalin VN. Atlas struktur nekletochnykh tkanej cheloveka v norme i pri patologii: uchebnoe posobie dlya sistemy poslevuzovskogo professional'nogo obrazovaniya vrachej i biologov v 3-kh tomakh. Moskva–Tver': Triada, 2013 (in Rus.).
10. Edelev NS, Konov AS, Obukhova LM. Primenenie klinovidnoj degidratatsii pri sudebno-meditsinskoj ekspertize smertel'nykh otravlenij narkoticheskimi i sil'nodejstvuyushchimi veshchestvami. Sudebno-meditsinskaya ekspertiza. 2008; (5): 39–41 (in Rus.).
11. Obukhova LM, Andriyanova NA. Opredelenie veshchestv nizkoj i srednej molekulyarnoj massy v syvorotke krovi kak dopolnitel'nyj diagnosticheskij kriterij pri smertel'nykh otravleniyakh narkoticheskimi veshchestvami. Sudebno-meditsinskaya ekspertiza. 2014; (6): 37–9 (in Rus.).
12. Belyakov KM, Potekhina YuP, avtory. Sposob ustanovleniya paraneoplasticheskogo geneza polinevropatii. Patent RF № 2315304. 20.01.2008.
13. Kotova OV, Potekhina YuP, Gustov AV. Nizhegorodskaya gosudarstvennaya meditsinskaya akademiya, patentoobladatel'. Sposob diagnostiki rasseyannogo skleroza. Patent RF № 2242759C1. 20.12.2004.
14. Marinich TV, Borsukov AV. Primenenie metoda klinovidnoj degidratatsii biologicheskikh zhidkostej v klinike vnutrennikh boleznej. Zdorov'e dlya vsekh. Meditsinskie nauki. 2012; (1): 3–6 (in Rus.).
15. Abzhailova DM. Kliniko-diagnosticheskoe znachenie strukturnykh izmenenij syvorotki krovi pri khronicheskikh gepatitakh i tsirrozhakh pecheni [dissertatsiya]. Astrakhan', 2012 (in Rus.).
16. Drugova ED, Pushkin AS, Obraztsov NV, Borunov AA. Fiziko-khimicheskie protsessy i mekhanizmy degidratatsionnoj samoorganizatsii biologicheskikh zhidkostej. Khimiya i tekhnologiya organicheskikh veshchestv. 2018; 1 (5): 64–74 (in Rus.).
17. Obukhova LM. Rol' proteinov v formirovani strukturnogo makroportreta plazmy krovi pri intoksikatsii organizma [dissertatsiya]. Nizhnij Novgorod, 2010 (in Rus.).
18. Sanitarnye pravila i normy SanPiN 1.2.3685-21 "Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i/ili bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya" (in Rus.).
19. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika. M.: Praktika, 1999; 459 p. (in Rus.).
20. Vidal'. Spravochnik lekarstvennykh sredstv [Internet]. Available from: <https://www.vidal.ru>.
21. Mashkovskij MD. Lekarstvennye sredstva. V dvukh chastyakh. Ch. 1. 12-e izd., pererab. i dop. M.: Meditsina, 1993; 763 p. (in Rus.).
22. Drugova ED, Pushkin AC, Obraztsov NV, Petrunin VA, Kamshilin SA, Dvoretzkaya SI, et al. Identifikatsiya kontakta laboratornykh zhivotnykh s toksichnymi khimicheskimi soedineniyami po kharakternym izmeneniyam v fazyakh syvorotki perifericheskoy krovi. Khimiya i tekhnologiya organicheskikh veshchestv. 2018; 3 (7): 67–77 (in Rus.).
23. Drugova ED, Obraztsov NV, Kamshilin CA, Dvoretzkaya SI, Achkasova OI. Izmeneniya svoystv syvorotki krovi pri vozeystvii etilovogo spirta i kofeina. Sostoyanie i perspektivy razrabotki meditsinskikh sredstv zashchity ot porazhayushchikh faktorov radiatsionnoj, khimicheskoy i biologicheskoy prirody: materialy konferentsii, posvyashchennoj 50-letiyu Nauchno-issledovatel'skogo ispytatel'nogo tsentra (med.-biol. zashchity) GNIII VM MO RF. SPb., 2019; 49–55 (in Rus.).

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПО ВОПРОСАМ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

О. Ю. Милушкина¹, Н. А. Скоблина¹, С. В. Маркелова¹, Ю. Л. Тихонова^{1✉}, Т. А. Гайдина¹, Д. А. Делицын², К. В. Кривошонок², Т. И. Федотова^{1,2}¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова (Пироговский Университет), Москва, Россия² Центр гигиенического образования населения Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия

С учетом имеющегося накопленного научного материала и практических наработок возникла необходимость обобщения и систематизации полученных сведений для определения наиболее актуальных направлений гигиенического воспитания, подлежащих разработке. Целью исследования было выполнить анализ существующей научной и практической информации по гигиеническому воспитанию различных групп населения. Для анализа публикационной активности по вопросам гигиенического воспитания использовали Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Временной диапазон выхода рассматриваемых статей — от первой имеющейся в базе публикации (1995 г.) до III квартала 2025 г. включительно. Всего было 663 публикации, в основном отечественных авторов. Общее число цитирований — 2402. Число публикаций с нулевым цитированием — 278. Среднее число цитирований одной публикации — $3,62 \pm 1,22$. Анализ публикационной активности по вопросам гигиенического воспитания показал недостаточное внимание к данной проблеме, недостаток фундаментальных руководств и оригинальных исследований по злободневным проблемам, а также связанных с данной тематикой диссертационных работ. Необходимы широкий обмен мнениями работающих в этой области ученых и врачей-практиков на страницах ведущих гигиенических журналов для обмена научным опытом, перекрестное цитирование научных материалов, их активное использование в других регионах, наработка новых технологий гигиенического воспитания.

Ключевые слова: публикации, гигиеническое воспитание, санитарное просвещение, авторы, цитирование**Финансирование** исследование выполнено в рамках НИР (номер государственного учета НИОКТР AAAA-A19-119021890068-7 от 18 февраля 2019 г.).**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.✉ **Для корреспонденции:** Юлия Леонидовна Тихонова
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, Россия; tikhonova_yl@rsmu.ru**Статья получена:** 20.05.2026 **Статья принята к печати:** 15.09.2026 **Опубликована онлайн:** 27.09.2026**DOI:** 10.24075/rbh.2026.176**Авторские права:** © 2026 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 PUBLICATION TRENDS IN THE DOMAIN OF HYGIENE EDUCATION

Milushkina OYu¹, Skobolina NA¹, Markelova SV¹, Tikhonova YuL^{1✉}, Gayidina TA¹, Delitsyn DA², Krivoshonok KV², Fedotova TI^{1,2}¹ Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, Russia² Center for Hygienic Education of the Population of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare

To identify the most relevant directions for research in the domain of hygienic education, it is necessary to summarize and systematize the accumulated research materials and practical guidelines. This study analyzed existing scientific and practical evidence on hygienic education in various populations. The Russian Science Citation Index (RSCI) enabled analysis of the publication trends in the field of hygienic education. We considered works published from 1995 (when the first paper was added to the index) to the third quarter of 2025 inclusive. The pool included 663 publications, mostly by Russian authors. The total number of citations is 2402. The number of publications with zero citations is 278. The average number of citations per publication is 3.62 ± 1.22 . The analysis of the publication activity in the domain of hygienic education has shown that this problem is underexplored, and there is an insufficient number of fundamental guidelines and original research on topical issues, as well as dissertations covering this subject matter. There is a need for sustained dialogue between researchers and practitioners in this field in leading hygiene journals, to share scientific experience, enhance cross-citation of research, extend the use of these materials to other regions, and drive the development of new technologies for hygiene education.

Keywords: publications, hygiene education, health education, authors, citation**Funding:** the study was part of the state-supported R&D project AAAA-A19-119021890068-7 of February 18, 2019.**Author contribution:** the authors have made equal contributions to this publication.✉ **Correspondence should be addressed:** Yulia L. Tikhonova
Ostrovityanov, 1, Moscow, 117997, Russia; tikhonova_yl@rsmu.ru**Received:** 20.05.2026 **Accepted:** 15.09.2026 **Published online:** 27.09.2026**DOI:** 10.24075/rbh.2026.176**Copyright:** © 2026 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/>).

Высокая востребованность профилактического направления в медицине определяет поиск наиболее эффективных форм, средств и методов профилактики. Одним из актуальных направлений профилактики на сегодняшний день является гигиеническое воспитание различных групп населения с учетом особенностей образа жизни, профессиональной деятельности, воздействующих факторов окружающей среды и особенностей состояния здоровья. Поиск наиболее актуальных направлений

гигиенического воспитания составляет на сегодняшний день цель научных исследований, в рамках которых проводят анализ существующих источников литературы и нормативно-методических документов. С учетом накопленного научного материала и теоретических наработок возникла необходимость обобщения и систематизации полученных сведений для определения наиболее актуальных направлений гигиенического воспитания, подлежащих разработке.

Согласно п. 12 Паспорта научной специальности «3.2.1 Гигиена», современные направления научных исследований в области гигиены предполагают изучение эффективности различных форм, средств и методов гигиенического воспитания, т. е. разработку современных технологий гигиенического воспитания различных групп населения и научно обоснованной системы популяризации приверженности здоровому образу жизни.

С учетом профилактической направленности отечественного здравоохранения возникла необходимость анализа современного состояния публикационной активности авторов по вопросам гигиенического воспитания различных групп населения — с учетом как исторического опыта, так и современного состояния проблемы.

Целью исследования было выполнить анализ существующей научной и практической информации по гигиеническому воспитанию различных групп населения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа публикационной активности по проблеме гигиенического воспитания использовали Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) — данные научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU. Поиск источников осуществляли среди входящих в РИНЦ публикаций. Временной диапазон выхода рассматриваемых статей — от первой имеющейся в базе публикации (1995 г.) до III квартала 2025 г. включительно. Поиск осуществляли в три этапа. На первом этапе поисковый запрос содержал ключевые слова «гигиеническое воспитание» в поле «что искать» расширенного поиска РИНЦ с ограничениями в названиях публикаций и ключевых словах. Число публикаций по данному запросу — 480, в основном отечественных авторов. На втором этапе поисковый запрос содержал

ключевые слова «санитарное просвещение» (что было связано с историей вопроса в нашей стране) в поле «что искать» расширенного поиска РИНЦ с ограничениями в названиях публикаций и ключевых словах. Число публикаций по данному запросу — 425, в основном отечественных авторов. На третьем этапе были отобраны публикации, представляющие собой статьи, монографии, учебные пособия и руководства. Из найденных публикаций были исключены повторявшиеся в первом и втором запросах, а также тезисы и публикации, имеющие косвенное отношение или не имеющие отношения к изучаемому вопросу. В результате для дальнейшего анализа были отобраны 663 публикации.

Для анализа данных использовали нейросеть GigaChat 2.0 (<https://giga.chat>). Обработка проверена и отредактирована авторами в соответствии с современными подходами к обработке данных [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определено общее число цитирований отобранных для анализа публикаций — 2402 (рис. 1).

Оно невелико, при этом публикаций с нулевым цитированием было 278.

Среднее число цитирований одной публикации составило $3,62 \pm 1,22$.

Среди работ были как переводные издания, например, материалы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ЮНЕСКО, так и оригинальные исследования, проведенные в Республике Беларусь, Республике Таджикистан, Кыргызской Республике, Китайской Народной Республике, темами которых были профилактика зависимостей, стоматологическое здоровье и др., — 24 публикации [2–4].

Среди работ было 18 диссертационных исследований на соискание ученой степени кандидата и доктора

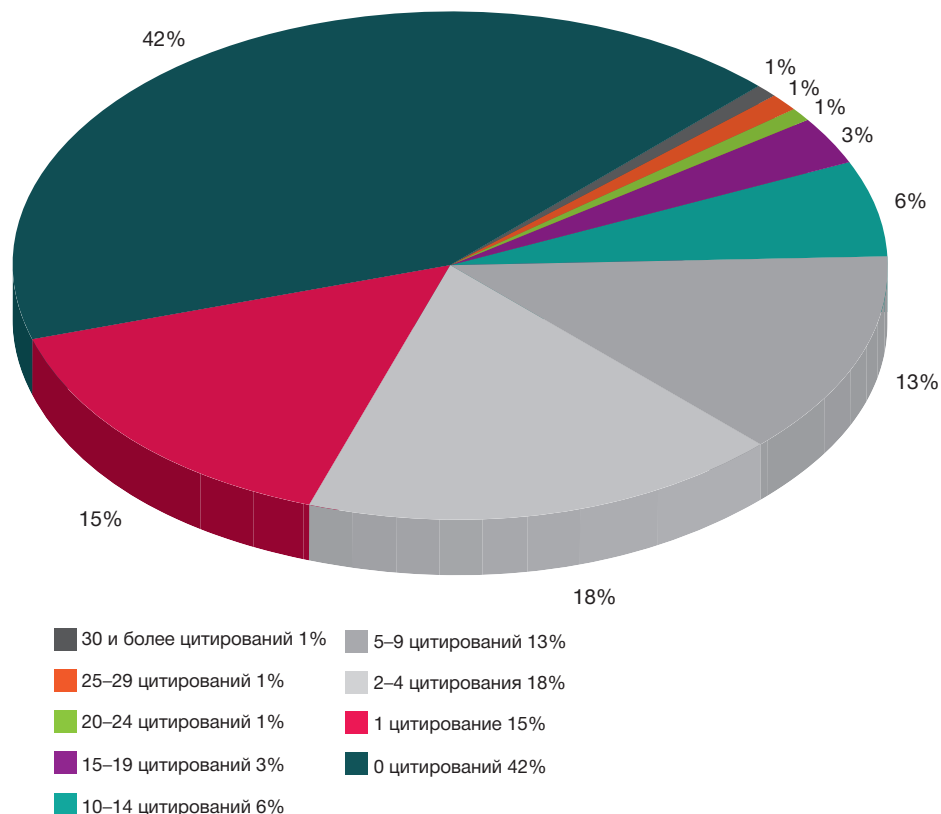


Рис. 1. Доли публикаций с разным числом цитирований (%)

медицинских и педагогических наук, выполненных в разные годы. Наиболее цитируемым было исследование, связанное со стоматологическим здоровьем, — 25 цитирований [5]. В исследованиях также были рассмотрены организация школ для пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, остеопорозом, туберкулезом, школы по сохранению репродуктивного здоровья, вопросы формирования здорового образа жизни у обучающихся.

Большое число статей и фундаментальных монографий отражало вопросы истории медицины и санитарного просвещения в разные периоды развития страны — 83 публикации [6–9].

Работы отражали и отдельные методы, формы и средства санитарного просвещения, такие как плакат, кино, литература, — 14 цитирований [10, 11].

Проанализирована роль домов санитарного просвещения в борьбе с эпидемиями [12, 13].

Статья с наибольшим числом цитирований (15) была опубликована в 1995 г. — в ней проанализированы исторические проблемы санитарного просвещения населения страны, поставлены актуальные на тот момент задачи [14].

Ряд исследований освещал деятельность знаковых фигур в истории санитарного просвещения — академика АМН СССР Н. А. Семашко, профессора А. В. Молькова, профессора З. П. Соловьева, профессора И. М. Сеченова, поэта В. В. Маяковского [15–17].

Особое место занимают материалы (аналитические материалы, руководства, оригинальные исследования, практические материалы) по профилактике наркомании, токсикомании, алкогольной зависимости, профилактике табакокурения, предназначенные для разной целевой аудитории — для врачей, педагогов, психологов, учащихся, родителей. Число таких публикаций — 149. Наиболее цитируемыми были учебные пособия для студентов педагогических вузов (29 цитирований), пособие для психологов (28 цитирований) и пособие для врачей (25 цитирований) [18–20].

Охране репродуктивного здоровья, профилактике ВИЧ и ЗППП посвящены 32 публикации, наиболее цитируемым (7 цитирований) стал обзор литературы, связанный с репродуктивным здоровьем девочек-подростков [21].

Большое число публикаций посвящено профилактике стоматологических заболеваний, в том числе путем гигиенического воспитания. Их было 53. Наиболее цитируемыми (28 и 29 цитирований) были публикации, отражающие подходы к профилактике стоматологических заболеваний у различных групп населения, в том числе у студентов [22, 23].

Ряд публикаций отражает необходимость санитарного просвещения для больных туберкулезом (16 публикаций), а также организации школ для пациентов с различными заболеваниями (хронической обструктивной болезнью легких, сахарным диабетом, сердечно-сосудистыми, онкологическими заболеваниями и др.) (24 публикации). Наиболее цитируемой была монография, в которой рассмотрены вопросы санитарного просвещения населения для профилактики зоонозных инфекций (45 цитирований) [24].

Санитарному просвещению отдельных групп населения (декретируемые, военнослужащие, осужденные, работающее население, сельское население, население северных регионов, пенсионеры и др.) адресованы 29 работ. Наиболее цитируемой является работа о санитарно-гигиеническом воспитании осужденных (19 цитирований) [25].

Актуальные направления гигиенического воспитания, например, по профилактике COVID-19, по гигиеническому обучению гостей и участников XXII Олимпийских и XI Паралимпийских зимних игр в г. Сочи, волонтеров, рассмотрены в достаточно небольшом количестве работ (9 публикаций) [26].

Большая группа публикаций, нацеленная на педагогов, психологов, студентов педагогических вузов, одновременно обсуждает вопросы гигиенического воспитания, формирования здорового образа жизни и здоровьесберегающих технологий в организациях для детей, подростков и молодежи — в ней 95 руководств и статей. Наибольшее число цитирований приходится на руководства (36) [27].

Фундаментальные руководства и учебники для врачей по гигиеническому воспитанию, врачей различных специальностей, преподавателей и студентов медицинских вузов и медицинских колледжей с адресацией к студенческому и последидипломному этапам составили 14 публикаций. Наиболее цитируемым является учебное пособие 2019 г. для врачей по методике оценки образа жизни у детей школьного возраста, авторами которого являются Л. Ф. Игнатова, В. В. Стан, Х. Х. Хамидулина, — 9 цитирований [28].

Рассмотрены выполненные врачами оригинальные исследования по теме гигиенического воспитания различных групп населения и студентов медицинских вузов, включая вопросы питания (9 публикаций), безопасного использования электронных устройств (12 публикаций), теоретических вопросов и современных технологий гигиенического воспитания (22) и др. Всего — 94 оригинальных исследования разных лет.

Наиболее цитируемыми оказались статьи А. Г. Сухарева, В. В. Стан, Л. Ф. Игнатовой (2016) — 25 цитирований; Е. Г. Блиновой, О. С. Богуновой, И. С. Акимовой, Л. В. Демаковой (2015) — 24 цитирования; О. Ю. Милушкиной, Н. А. Скоблиной, Ю. П. Пивоварова с соавторами (2022) — 18 цитирований. Они посвящены гигиеническому воспитанию учащихся [29–31].

Доли каждого из видов описанных выше публикаций представлены на рис. 2.

Распределение публикаций в целом представлено в табл.

Соотношение публикаций, принадлежащих одному автору (18%) и коллективам авторов (82%), составляет 1 : 5.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проблемы гигиенического воспитания населения входят в зону научных интересов как медицинского, так и педагогического и психологического сообществ, что показывает широкий список журналов, где такие работы публикуют. В то же время при наличии значимого числа публикаций с 1995 г. цитируемость этих исследований не высока — многие статьи имеют нулевое цитирование.

За двадцатилетний период (с 2005 г.) выполнено всего 18 диссертационных исследований, которые в различной степени отражают вопросы гигиенического воспитания различных групп населения, в основном пациентов.

Наиболее широко представлены как исторические, так и современные методические материалы, отражающие санитарное просвещение различных групп населения по профилактике зависимостей, охране репродуктивного здоровья, профилактике туберкулеза, стоматологическому здоровью и школы для пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями, однако необходимо

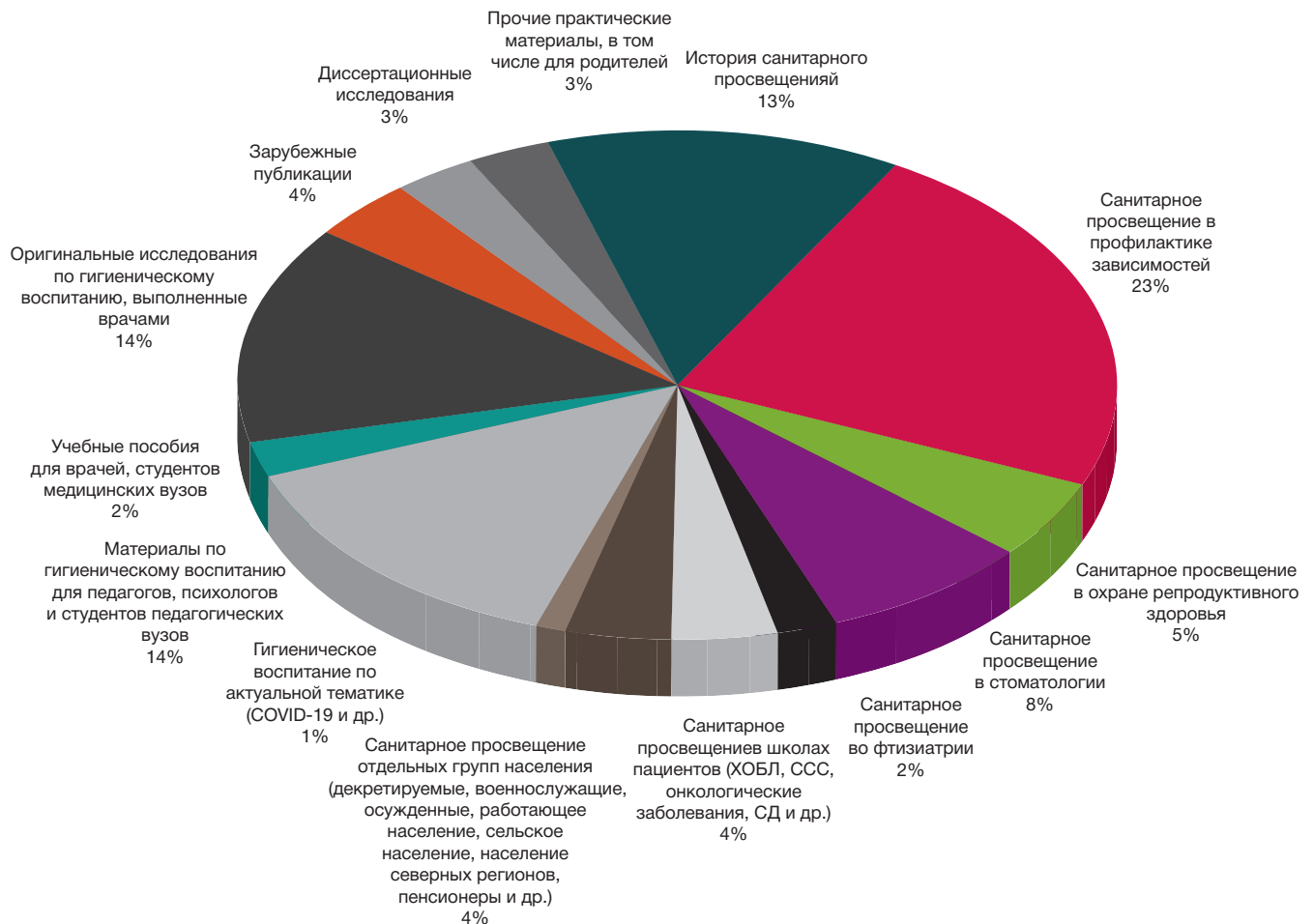


Рис. 2. Доли различных тем публикаций по гигиеническому воспитанию (%)

подчеркнуть, что они существуют для ограниченного числа нозологий.

Исследования по санитарному просвещению отдельных групп населения (декретируемые, военнослужащие, осужденные, работающее население, сельское население, население северных регионов, пенсионеры и др.) представлены в 28 статьях, при этом охвачены далеко не все целевые группы.

Особняком стоят руководства для такой целевой аудитории, как педагоги, психологи и студенты педагогических вузов, в которых санитарное просвещение рассмотрено вкупе с формированием здорового образа жизни и технологиями здоровьесбережения.

За анализируемый период опубликовано ограниченное количество посвященных гигиеническому воспитанию учебных пособий для врачей, студентов медицинских вузов. Ряд опубликованных материалов посвящен описанию оригинальных направлений исследований, однако есть вопросы, которые исследователи практически не рассматривали, — например, вопросы вакцинации

и работа с родителями детей первого года жизни. К числу актуальных направлений исследования можно отнести вопросы гигиенического воспитания населения в условиях пандемии COVID-19, недостаточно описанные в литературных данных. В условиях цифровизации актуальными становятся новые формы, методы и средства гигиенического воспитания с их методической разработкой, апробацией и оценкой эффективности. Представляет интерес анализ научных разработок кафедр ведущих медицинских вузов — к сожалению, таких публикаций оказалось всего четыре.

Соотношение публикаций, принадлежащих одному автору и коллективам авторов, вероятно, отражает современную тенденцию к сотрудничеству и совместной работе в науке и практике, особенно в областях, связанных с профилактикой заболеваний и гигиеническим воспитанием, где необходимы междисциплинарный подход и интеграция усилий специалистов разного профиля.

Большинство публикаций — это научные статьи, что подчеркивает важность оригинальных, актуальных

Таблица. Распределение публикаций по типам (n, %)

Тип публикации	Количество
Учебники и учебные пособия	112 (17%)
Монографии	46 (7%)
Научные статьи в журналах	426 (64%)
Авторефераты диссертаций	18 (3%)
Прочие публикации	61 (9%)

исследований в области гигиенического воспитания и профилактики заболеваний.

Обсуждая перспективы дальнейших исследований в данной области, можно предложить следующие актуальные, на наш взгляд, направления для разработок.

1. Расширение междисциплинарного взаимодействия. Привлечение специалистов из различных областей (медицина, педагогика, психология, социология) позволит получить более целостную картину и разрабатывать эффективные технологии профилактики.

2. Расширение географического охвата исследований. Сравнительная оценка данных, полученных в разных регионах России, позволит выявить региональные особенности и адаптировать применяемые технологии к местным условиям.

3. Усиление практической направленности исследований. Переход от чисто теоретических разработок к созданию и апробации современных методов, форм и средств гигиенического воспитания повысит практикоориентированность теоретических разработок.

4. Укрепление сотрудничества между наукой и практикой. Тесное сотрудничество между исследователями

и специалистами-практиками (учителями, врачами, социальными работниками) будет способствовать апробации современных методов, форм и средств гигиенического воспитания, оценке эффективности внедряемых технологий на практике.

ВЫВОДЫ

Анализ публикационной активности выявил недостаточное внимание исследователей к вопросам гигиенического воспитания. Отмечены ограниченное количество фундаментальных разработок и оригинальных исследований, узкий круг освещаемых вопросов, которые требуют внимания, малое количество связанных с данной тематикой диссертационных работ. Необходимы широкий обмен мнениями между учеными и практиками, работающими в этой области, широкое обсуждение проблемы на страницах ведущих журналов по гигиене, обмен полученным опытом, перекрестное цитирование научных материалов, адаптация имеющегося опыта к другим условиям жизни, труда и отдыха, региональным особенностям, наработка новых технологий гигиенического воспитания.

Литература

1. Валькова Ю. Е. Использование технологий искусственного интеллекта для подготовки и написания научных статей. Информатика и образование. 2024; 39 (6): 38–52. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-6-38-52.
2. Ли Н. Е. Оценка индивидуальной гигиены полости рта у детей по данным анкетирования. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2021; 21 (9): 130–8.
3. Рахматова П. Ф. История развития гигиенического воспитания учащихся 9-го класса при изучении школьной биологии. Вестник Таджикского национального университета. 2024; (7): 203–8.
4. Чолокова Г. С., Камчыбекова А. Ш. Гигиеническое воспитание детей в укреплении стоматологического здоровья детей. Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И. К. Ахунбаева. 2018; (2): 146–9.
5. Проценко А. С. Состояние стоматологического здоровья студенческой молодежи Москвы и пути его улучшения [диссертация]. М., 2010.
6. Дмитриев А. Н., Пашков К. А., Паренькова О. Р. Красный санпросвет: медицина, культура, общество в 1920-е годы. Наследие веков. 2021; 3 (27): 14–30. DOI: 10.36343/SB.2021.27.3.001.
7. Онищенко Г. Г., Попова А. Ю., редакторы. История санитарного просвещения России. СПб: Научное издание, 2023; 546 с.
8. Мызникова И. А., Степкин Ю. И., Ненахов И. Г. К вопросу об организации гигиенического обучения населения в Российской Федерации (исторические аспекты). Здоровье населения и среда обитания — ЗНССО. 2023; 31 (3): 25–33. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-3-25-33.
9. Водолагин М. В., Полухин Н. В., Якушина И. И., Песенникова Е. В. Основные направления санитарно-просветительской деятельности в России в конце XIX — первой трети XX века. История медицины. 2021; 7 (2): 123–32. DOI: 10.17720/2409-5583.17.2.2021.01a.
10. Зборовицкая Н. Н. Образ Севера в искусстве советского плаката 1920–1960 гг. Сибирский искусствоведческий журнал. 2024; 3 (3): 7–21. DOI: 10.31804/2782-4926-2024-3-3-7-21.
11. Пашков К. А., Бергер Е. Е., Слышкин Г. Г., Тугорская М. С., Чиж Н. В. Санитарно-просветительская литература и санитарно-просветительский плакат в борьбе с эпидемиями в России в 1920–1940-х годах. М.: М-Принт, 2023; 200 с.
12. Казимирова Н. Е., Завьялов А. И., Басова А. В., Чулочников А. А. Вклад Дома санитарного просвещения в борьбу и профилактику туберкулеза в Саратовской области: основные вехи истории. Саратовский научно-медицинский журнал. 2020; 16 (4): 984–9.
13. Завьялов А. И., Райкова С. В., Петров В. В., Ищенко Ю. В. Вклад Дома санитарного просвещения и малярийной станции в профилактику и борьбу с малярией в Саратовской области в 20-е годы XX века. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. 2023; (1): 72–7. DOI: 10.25742/NRIPH.2023.01.012.
14. Полесский В. А. Санитарное просвещение: проблемы и перспективы. Здоровоохранение Российской Федерации. 1995; (1): 30–3.
15. Неплохов А. И., Неплохов А. А., Кряжев Д. А. Владимир Маяковский — основоположник первой социальной рекламы, направленной на сохранение здоровья населения. Санитарный врач. 2021; (2): 64–71. DOI: 10.33920/med-08-2102-07.
16. Трегубов В. Н., Полухин Н. В., Водолагин М. В. Анализ трудов Н. А. Семашко о санитарном просвещении населения (к 150-летию со дня рождения). Профилактическая медицина. 2023; 26 (9): 125–30. DOI: 10.17116/profmed202326091125.
17. Трегубов В. Н. Н. А. Семашко об организации профилактических мероприятий по сохранению и укреплению здоровья граждан (к 150-летию со дня рождения). Профилактическая медицина. 2024; 103 (6): 624–8. DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-6-624-628.
18. Коробкина З. В., Попов В. А. Профилактика наркотической зависимости у детей и молодежи: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 031300 — социальная педагогика. 2-е изд., испр. М.: Academia, 2004; 189 с.
19. Геппе Н. А., редактор. Профилактика табакокурения среди детей и подростков: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008; 143 с.
20. Шилова Т. А. Профилактика алкогольной и наркотической зависимости у подростков в школе: практическое пособие. 2-е изд. М.: Айрис-пресс, 2005; 92 с.
21. Мингазова Э. Н., Железова П. В. К вопросу о медико-социальной профилактике воспалительных гинекологических заболеваний среди девочек и девушек-подростков (обзор литературы). Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. 2020; (2): 42–7.
22. Михальченко Д. В., Михальченко А. В., Корнеева Н. М. Проблемы мотивации студентов к профилактике

- стоматологических заболеваний. Фундаментальные исследования. 2014; (7-1): 129–32.
23. Тарасова Н. В., Бриль Е. А., Федорова Т. В., Федоров В. А., Галонский В. Г. Роль гигиенического воспитания в системе первичной профилактики стоматологических заболеваний. Сибирское медицинское обозрение. 2012; 4 (76): 6–11.
 24. Биттиров А. М., Василевич Ф. И., Калабеков М. И. и др. Санитарное просвещение населения и пути обеспечения гигиенической безопасности в отношении зоонозных инвазий. Нальчик-Москва: Дагестанский государственный университет, 2010; 42 с.
 25. Тюгаева Н. А. Санитарно-гигиеническое воспитание осужденных в исправительных учреждениях. Человек: преступление и наказание. 2015; 4 (91): 143–6.
 26. Ежлова Е. Б., Демина Ю. В., Мельникова А. А. и др. Организация информационного обеспечения гостей и участников XXII Олимпийских и XI Паралимпийских зимних игр в городе Сочи по вопросам профилактики инфекционных болезней. Здоровье населения и среда обитания — ЗНКО. 2015; 1 (262): 46–8.
 27. Гиголаева Т. В. Общие вопросы образования в области здоровья. Шуя: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», 2004; 103 с.
 28. Игнатова Л. Ф., Стан В. В., Хамидулина Х. Х. Методика оценки образа жизни у детей школьного возраста: учебное пособие для врачей по гигиеническому воспитанию. М.: ФГБОУ ДПО «РМАНПО» МЗ РФ, 2019; 54 с.
 29. Сухарев А. Г., Стан В. В., Игнатова Л. Ф. Роль образовательной организации в формировании у учащихся мотивации к здоровью и здоровому образу жизни. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2016; (2): 32–5.
 30. Блинова Е. Г., Богунова О. С., Акимова И. С., Демакова Л. В. Качество и образ жизни студентов медицинского университета. Современные проблемы науки и образования. 2015; (3). URL: <https://science-education.ru/article/view?id=20215>.
 31. Милушкина О. Ю., Скоблина Н. А., Пивоваров Ю. П. и др. Режим использования мобильных электронных устройств обучающимися и его коррекция средствами гигиенического воспитания. Анализ риска здоровью. 2022; (4): 64–71. DOI: 10.21668/health.risk/2022.4.06.
 1. Valkova YuE. Ispol'zovanie tekhnologii iskusstvennogo intellekta dlya podgotovki i napisaniya nauchnykh statej. Informatika i obrazovanie. 2024; 39 (6): 38–52 (in Rus.). DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-6-38-52.
 2. Li NE. Otsenka individual'noj gigieny polosti rta u detej po dannym anketirovaniya. Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo Slavyanskogo universiteta. 2021; 21 (9): 130–8 (in Rus.).
 3. Rakhmatova PF. Istoriya razvitiya gigienicheskogo vospitaniya uchashchikhsya 9-go klassa pri izuchenii shkol'noj biologii. Vestnik Tadzhijskogo natsional'nogo universiteta. 2024; (7): 203–8 (in Rus.).
 4. Cholokova GS, Kamchybekova AS. Gigienicheskoe vospitanie detej v ukreplenii stomatologicheskogo zdorov'ya detej. Vestnik Kyrgyzskoj gosudarstvennoj meditsinskoj akademii imeni I. K. Akhunbaeva. 2018; (2): 146–9 (in Rus.).
 5. Protsenko AS. Sostoyanie stomatologicheskogo zdorov'ya studencheskoj molodezhi Moskvy i puti ego uluchsheniya [dissertatsiya]. M., 2010 (in Rus.).
 6. Dmitriev AN, Pashkov KA, Parenkova OR. Krasnyj sanprosvet: meditsina, kul'tura, obshchestvo v 1920-e gody. Nasledie vekov. 2021; 3 (27): 14–30 (in Rus.). DOI: 10.36343/SB.2021.27.3.001.
 7. Onishchenko GG, Popova AY, redaktory. Istoriya sanitarnogo prosveshcheniya Rossii. SPb: Naukoemkie tekhnologii, 2023; 546 p. (in Rus.).
 8. Myznikova IA, Stepkin Yul, Nenakhov IG. K voprosu ob organizatsii gigienicheskogo obucheniya naseleniya v Rossijskoj Federatsii (istoricheskie aspekty). Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNiSO. 2023; 31 (3): 25–33 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-3-25-33.
 9. Vodolagin MV, Polukhin NV, Yakushina II, Pesennikova EV. Osnovnye napravleniya sanitarno-prosvetitel'skoj deyatel'nosti v Rossii v kontse XIX — pervoj treti XX veka. Istoriya meditsiny. 2021; 7 (2): 123–32 (in Rus.). DOI: 10.17720/2409-5583.t7.2.2021.01a.
 10. Zborovitskaya NN. Obraz Severa v iskusstve sovetskogo plakata 1920–1960 gg. Sibirskij iskusstvovedcheskij zhurnal. 2024; 3 (3): 7–21 (in Rus.). DOI: 10.31804/2782-4926-2024-3-3-7-21.
 11. Pashkov KA, Berger EE, Slyshkin GG, Tutorskaya MS, Chizh NV. Sanitarno-prosvetitel'skaya literatura i sanitarno-prosvetitel'skij plakat v bor'be s epidemiyami v Rossii v 1920–1940-kh godakh. M.: M-Print, 2023; 200 p. (in Rus.).
 12. Kazimirova NE, Zavyalov AI, Basova AV, Chulochnikov AA. Vklad Doma sanitarnogo prosveshcheniya v bor'bu i profilaktiku tuberkuleza v Saratovskoj oblasti: osnovnye vekhi istorii. Saratovskij nauchno-meditsinskij zhurnal. 2020; 16 (4): 984–9 (in Rus.).
 13. Zavyalov AI, Rajkova SV, Petrov VV, Ishchenko YuV. Vklad Doma sanitarnogo prosveshcheniya i malyarijnoj stantsii v profilaktiku i bor'bu s malyarij v Saratovskoj oblasti v 20-e gody KhKh veka. Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N.A. Semashko. 2023; (1): 72–7 (in Rus.). DOI: 10.25742/NRIPH.2023.01.012.
 14. Polesskij VA. Sanitarnoe prosveshchenie: problemy i perspektivy. Zdravookhranenie Rossijskoj Federatsii. 1995; (1): 30–3 (in Rus.).
 15. Neplokhov AI, Neplokhov AA, Kryazhev DA. Vladimir Mayakovskij — osnovopolozhnik pervoj sotsial'noj reklamy, napravlennoj na sokhranenie zdorov'ya naseleniya. Sanitarnyj vrach. 2021; (2): 64–71 (in Rus.). DOI: 10.33920/med-08-2102-07.
 16. Tregubov VN, Polukhin NV, Vodolagin MV. Analiz trudov N. A. Semashko o sanitarnom prosveshchenii naseleniya (k 150-letiyu so dnya rozhdeniya). Profilakticheskaya meditsina. 2023; 26 (9): 125–30 (in Rus.). DOI: 10.17116/profmed202326091125.
 17. Tregubov VN. N. A. Semashko ob organizatsii profilakticheskikh meropriyatij po sokhranenyu i ukrepleniyu zdorov'ya grazhdan (k 150-letiyu so dnya rozhdeniya). Gigiena i sanitariya. 2024; 103 (6): 624–8 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-6-624-628.
 18. Korobkina ZV, Popov VA. Profilaktika narkoticheskoy zavisimosti u detej i molodezhi: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti 031300 — sotsial'naya pedagogika. 2-e izd., ispr. M.: Academia, 2004; 189 p. (in Rus.).
 19. Geppe NA, redaktor. Profilaktika tabakokureniya sredi detej i podrostkov: rukovodstvo dlya vrachej. M.: GEOTAR-Media, 2008; 143 p. (in Rus.).
 20. Shilova TA. Profilaktika alkogol'noj i narkoticheskoy zavisimosti u podrostkov v shkole: prakticheskoe posobie. 2-e izd. M.: Ajrispress, 2005; 92 p. (in Rus.).
 21. Mingazova EN, Zhelezova PV. K voprosu o mediko-sotsial'noj profilaktike vospalitel'nykh ginekologicheskikh zabolevanij sredi devochek i devushek-podrostkov (obzor literatury). Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N. A. Semashko. 2020; (2): 42–7 (in Rus.).
 22. Mikhailchenko DV, Mikhailchenko AV, Korneeva NM. Problemy motivatsii studentov k profilaktike stomatologicheskikh zabolevanij. Fundamental'nye issledovaniya. 2014; (7-1): 129–32 (in Rus.).
 23. Tarasova NV, Bril EA, Fedorova TV, Fedorov VA, Galonskij VG. Rol' gigienicheskogo vospitaniya v sisteme pervichnoj profilaktiki stomatologicheskikh zabolevanij. Sibirskoe meditsinskoe obozrenie. 2012; 4 (76): 6–11 (in Rus.).
 24. Bittirov AM, Vasilevich FI, Kalabekov MI, et al. Sanitarnoe prosveshchenie naseleniya i puti obespecheniya gigienicheskoy bezopasnosti v otnoshenii zoonoznykh invazij. Nal'chik-Moskva: Dagestanskij gosudarstvennyj universitet, 2010; 42 p. (in Rus.).
 25. Tyugaeva NA. Sanitarno-gigienicheskoe vospitanie osuzhdennykh v ispravitel'nykh uchrezhdeniyakh. Chelovek: prestuplenie i nakazanie. 2015; 4 (91): 143–6 (in Rus.).
 26. Ezhlova EB, Demina YuV, Melnikova AA, et al. Organizatsiya informatsionnogo obespecheniya gostej i uchastnikov XXII

- Olimpijskikh i XI Paralimpijskikh zimnikh igr v gorode Sochi po voprosam profilaktiki infektsionnykh boleznej. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNiSO. 2015; 1 (262): 46–8 (in Rus.).
27. Gigolaeva TV. Obshchie voprosy obrazovaniya v oblasti zdorov'ya. Shuya: FGBOU VO "Ivanovskij gosudarstvennyj universitet", 2004; 103 p. (in Rus.).
 28. Ignatova LF, Stan VV, Khamidulina KhKh. Metodika otsenki obraza zhizni u detej shkol'nogo vozrasta: uchebnoe posobie dlya vrachej po gigienicheskomu vospitaniyu. M.: FGBOU DPO "RMANPO" MZ RF, 2019; 54 p. (in Rus.).
 29. Sukharev AG, Stan VV, Ignatova LF. Rol' obrazovatel'noj organizatsii v formirovanii u uchashchikhsya motivatsii k zdorov'yu i zdorovomu obrazu zhizni. Voprosy shkol'noj i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya. 2016; (2): 32–5 (in Rus.).
 30. Blinova EG, Bogunova OS, Akimova IS, Demakova LV. Kachestvo i obraz zhizni studentov meditsinskogo universiteta. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015; (3) (in Rus.). Available from: <https://science-education.ru/article/view?id=20215>.
 31. Milushkina OYu, Skoblina NA, Pivovarov YuP, et al. Rezhim ispol'zovaniya mobil'nykh elektronnykh ustroystv obuchayushchimisya i ego korrektsiya sredstvami gigienicheskogo vospitaniya. Analiz riska zdorov'yu. 2022; (4): 64–71 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2022.4.06.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

А. А. Дементьев¹✉, М. Д. Фадеева¹, Д. А. Соловьев¹, Е. А. Цукарева²

¹ Рязанский государственный медицинский университет имени И. П. Павлова, Рязань, Россия

² Смоленский государственный медицинский университет, Смоленск, Россия

В условиях высокой информатизации общественной жизни, широкого развития сервисов онлайн-доставки, увеличения популярности сетевых форм межличностной коммуникации формируется высокий риск развития гиподинамии в студенческой среде. Целью кросс-секционного описательного исследования было выявить особенности двигательной активности студентов-медиков и факторов риска, влияющих на формирование гиподинамии в период обучения. Проведено анонимное онлайн-анкетирование 431 студента ФГБОУ ВО РязГМУ на платформе forms.yandex.ru с использованием вопросов «Опросника самооценки уровня двигательной активности» (Physical Activity Level Self-Assessment Form) в адаптации А. В. Кабачковой (2025). Большинство студентов (61,95%), принявших участие в исследовании, имели низкую двигательную активность. Выявлена большая распространенность средней, достаточной и высокой двигательной активности среди респондентов мужского пола по сравнению с респондентами женского пола ($\chi^2 = 20,36$; $p < 0,001$). Прослеживается тенденция к снижению двигательной активности студентов-медиков от первого к третьему курсу, существенное увеличение двигательной активности на четвертом курсе и дальнейшее снижение к шестому курсу. Наблюдаются уменьшение доли студентов с низкой и увеличение доли студентов со средней и достаточной двигательной активностью по мере снижения временных затрат на электронные устройства ($\chi^2 = 34,5$; $p < 0,001$). К факторам риска низкой двигательной активности студентов-медиков можно отнести обучение на третьем и шестом курсах медицинского университета, женский пол и значительные временные затраты на взаимодействие с электронными устройствами.

Ключевые слова: студенты, двигательная активность, здоровый образ жизни, профилактика гиподинамии

Вклад авторов: А. А. Дементьев — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, написание текста статьи; М. Д. Фадеева, Д. А. Соловьев — сбор материала, обработка данных; Е. А. Цукарева — обработка данных; все авторы — утверждение окончательного варианта статьи.

Соблюдение этических стандартов: от всех студентов получено добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

✉ **Для корреспонденции:** Алексей Александрович Дементьев
ул. Высоковольная, д. 9, г. Рязань, 390026, Россия; dementiev_a@mail.ru; a.dementiev@rzgmu.ru

Статья получена: 06.06.2026 **Статья принята к печати:** 16.09.2026 **Опубликована онлайн:** 28.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.177

Авторские права: © 2026 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 FEATURES OF PHYSICAL ACTIVITY AMONG MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

Dementiev AA¹✉, Fadeeva MD¹, Soloviev DA¹, Tsukareva EA²

¹ Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

² Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

A high risk of physical inactivity is emerging among students in the context of the high level of informatization in public life, the widespread development of online delivery services, and the growing popularity of network forms of interpersonal communication. The cross-sectional descriptive study aimed to identify the features of the medical students' physical activity and the risk factors influencing the development of physical inactivity during the period of study. We conducted an anonymous online questionnaire survey of 431 students of the Pavlov Ryazan State Medical University on the forms.yandex.ru platform using questions from the Physical Activity Level Self-Assessment Form adapted by A.V. Kabachkova (2025). The majority of students (61.95%), who took part in the study, had low physical activity. The higher prevalence of moderate, sufficient, and high physical activity was reported in male respondents compared to female ones ($\chi^2 = 20.36$; $p < 0.001$). There is a downward trend of the medical students' physical activity from the first to the third year, a significant increase in physical activity in the fourth year and a subsequent decline by the sixth year. The decrease in the proportion of students with low physical activity and the increase in the proportion of students with moderate and sufficient physical activity with decreasing time spent on electronic devices are observed ($\chi^2 = 34.5$; $p < 0.001$). Risk factors for low physical activity among medical students include studying in the third or sixth year of medical university, female gender, and significant time spent using electronic devices.

Keywords: students, physical activity, healthy lifestyle, physical inactivity prevention

Author contribution: Dementiev AA — study concept and design, statistical data processing, manuscript writing; Fadeeva MD, Soloviev DA — material collection, data processing; Tsukareva EA — data processing; all authors — approval of the final version of the article.

Compliance with ethical standards: all students submitted the informed consent to take part in the study.

✉ **Correspondence should be addressed:** Alexey A. Dementiev
Vysokovoltynaya, 9, Ryazan, 390026, Russia; dementiev_a@mail.ru; a.dementiev@rzgmu.ru

Received: 06.06.2026 **Accepted:** 16.09.2026 **Published online:** 28.09.2026

DOI: 10.24075/rbh.2026.177

Copyright: © 2026 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/>).

Формирование здоровьесберегающего поведения и культуры здорового образа жизни рассматривают в качестве приоритетной задачи профилактической медицины в современных условиях, характеризующихся достаточно низкой рождаемостью и прогрессирующим старением

населения [1–4]. В связи с тем что значительная часть профилактической работы вменяется в обязанности врачебного персонала, оказывающего первичную медико-социальную помощь населению, формирование установок здорового образа жизни у студентов-медиков является

Таблица 1. Распределение студентов по интенсивности двигательной активности

Пол		Двигательная активность				Всего
		Высокая	Достаточная	Средняя	Низкая	
Женский	<i>n</i>	3	12	71	196	282
	%	1,06 %	4,26 %	25,18 %	69,50 %	100,00 %
Мужской	<i>n</i>	4	13	61	71	149
	%	2,68 %	8,72 %	40,94 %	47,65 %	100,00 %
Всего	<i>n</i>	7	25	132	267	431
	%	1,62 %	5,80 %	30,63 %	61,95 %	100,00 %

важной задачей высшего медицинского образования [5–8].

Адекватная двигательная активность является неотъемлемой частью здорового образа жизни, способствуя поддержанию здоровья сердечно-сосудистой системы, профилактике формирования метаболического синдрома и ожирения [9–13]. В условиях высокой информатизации общественной жизни, широкого развития сервисов онлайн-доставки, увеличения популярности сетевых форм межличностной коммуникации формируется высокий риск развития гиподинамии в студенческой среде [14–17]. В связи с этим изучение гигиенических особенностей двигательной активности студентов медицинского университета является весьма актуальным.

Целью исследования было выявить особенности двигательной активности студентов-медиков и факторы риска, влияющие на формирование гиподинамии в период обучения.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Кросс-секционное описательное исследование проводили на базе кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. Выполнено анонимное онлайн-анкетирование 431 студента 1–6-го курсов университета на платформе forms.yandex.ru с использованием вопросов из «Опросника самооценки уровня двигательной активности» (Physical Activity Level Self-Assessment Form) в адаптации А. В. Кабачковой (2025). Критерии включения в исследование: респондент является студентом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, от него получено информированное согласие на участие в исследовании, он дал ответы на все вопросы онлайн-формы опросника. Критерии исключения: некорректно заполненная онлайн-

форма опросника. Объем выборки определяли по стандартной формуле для бесповторной выборки.

Выполнен расчет относительных величин при оценке распространенности различных проявлений двигательной активности. Значимость различий при частотном анализе оценивали по критерию хи-квадрат (χ^2), парное сравнение относительных величин проводили по *t*-критерию Стьюдента. Различия считали значимыми при $p < 0,05$. Для статистической обработки данных использовали пакеты программ MS Excel (Microsoft; США) и Jasp 0.97 (Амстердамский университет; Нидерланды).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование показало, что большинство принявших участие в исследовании студентов (61,95%) имели низкую двигательную активность (табл. 1). Высокая и достаточная двигательная активность была характерна для незначительной доли респондентов — 1,62 и 5,80% соответственно, тогда как у остальных студентов этот показатель был на среднем уровне. Выявлены значимые гендерные различия двигательной активности студентов-медиков, проявляющиеся более высокой распространенностью среди респондентов мужского пола средней, достаточной и высокой двигательной активности ($\chi^2 = 20,36$; $p < 0,001$).

Исследование выявило значимые различия распределения студентов с различной двигательной активностью на разных курсах университета ($\chi^2 = 25,9$; $p = 0,039$) (табл. 2).

Обращает на себя внимание тот факт, что студенты с высокой двигательной активностью встречались только на первых трех курсах университета, при этом их доля была незначительной и находилась в пределах 0,63–3,81%. Большинство студентов на всех курсах обучения имели

Таблица 2. Распределение студентов по интенсивности двигательной активности в зависимости от курса обучения

Курс		Двигательная активность				Всего
		Высокая	Достаточная	Средняя	Низкая	
1	<i>n</i>	2	7	30	50	89
	%	2,25 %	7,87 %	33,71 %	56,18 %	100,00 %
2	<i>n</i>	1	13	54	92	160
	%	0,63 %	8,13 %	33,75 %	57,50 %	100,00 %
3	<i>n</i>	4	0	23	78	105
	%	3,81 %	0,00 %	21,90 %	74,29 %	100,00 %
4	<i>n</i>	0	4	14	20	38
	%	0,00 %	10,53 %	36,84 %	52,63 %	100,00 %
5	<i>n</i>	0	0	9	20	29
	%	0,00 %	0,00 %	31,03 %	68,97 %	100,00 %
6	<i>n</i>	0	1	2	7	10
	%	0,00 %	10,00 %	20,00 %	70,00 %	100,00 %

Таблица. 3. Распределение студентов с различной двигательной активностью в зависимости от временных затрат на электронные устройства (телевизор, компьютер, планшет, смартфон)

Время		Двигательная активность				Всего
		Высокая	Достаточная	Средняя	Низкая	
Более 5 ч в день	<i>n</i>	1	5	32	109	147
	%	0,68 %	3,40 %	21,77 %	74,15 %	100,00 %
От 3 до 5 ч в день	<i>n</i>	1	12	64	125	202
	%	0,50 %	5,94 %	31,68 %	61,88 %	100,00 %
Менее 2 ч в день	<i>n</i>	5	8	33	36	82
	%	6,10 %	9,76 %	40,24 %	43,90 %	100,00 %

низкую двигательную активность, при этом их доля увеличивалась от первого к третьему курсу обучения с 56,18 до 74,29%, достигнув наивысшего значения. Затем, на четвертом курсе обучения она снижалась до минимума (52,6%) — в основном за счет увеличения до максимальной доли студентов с достаточной и средней двигательной активностью (до 10,53 и 36,84% соответственно). Однако на следующих двух курсах обучения распространенность низкой двигательной активности среди обучающихся снова стала увеличиваться — до 68,97 и 70,00% соответственно.

Следует отметить, что значимое влияние возраста и факультета обучения на двигательную активность студентов медиков выявлено не было.

Представляется интересным рассмотреть отдельные составляющие двигательной активности студентов, определяющие ее общую оценку. Исследование показало, что 35,75% обучающихся всегда пользуются лестницей вместо лифта, при этом доля таковых среди мужчин (46,75%) существенно больше, чем среди женщин (30,13%) ($t = 3,46$; $p < 0,05$). Имеют высокоинтенсивную двигательную физическую нагрузку на протяжении 20 мин и более 2–3 дня в неделю 37,50% обучающихся, причем чаще мужчины (45,45%), чем женщины (33,34%) ($t = 2,48$; $p < 0,05$). Очень редко выполняют силовые упражнения 46,93% респондентов, при этом доля таковых среди женщин составляет 54,97% — в 1,7 раза больше, чем среди мужчин ($t = 5,06$; $p < 0,05$). Практикуют этот вид физической нагрузки 2–3 дня в неделю 34,42% мужчин и в 1,5 раза меньше женщин ($t = 2,48$; $p < 0,05$).

Каждый третий участник опроса, вне зависимости от пола, проводит перед телевизором, компьютером, планшетом или смартфоном более 5 ч в день, 46,87% респондентов тратят на взаимодействие с электронными устройствами от 3–5 ч в сутки, тогда как остальные — менее 2 ч. При этом 46,93% студентов-медиков читают книги более 2 ч в день, 31,8% — 2 ч, 16,23% — около часа. Значимые гендерные различия распределения студентов по времени, проводимому за книгой или электронными устройствами, выявлены не были.

Наблюдается уменьшение доли студентов с низкой двигательной активностью по мере снижения временных затрат на электронные устройства — с 74,15 до 43,90% соответственно ($\chi^2 = 34,5$; $p < 0,001$) (табл. 3).

Уменьшение времени контакта с электронными устройствами проявляется в увеличении удельного веса респондентов с достаточной и средней двигательной активностью — с 3,40 до 9,76% и с 21,77 до 40,4% соответственно. При этом наибольшая доля респондентов с высокой двигательной активностью зарегистрирована в группе с наименьшим временем использования электронных устройств.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выявленная в ходе исследования высокая распространенность низкой двигательной активности среди студентов медицинского университета (61,95%) в полной мере согласуется с результатами других исследователей, по данным которых дефицит физической активности зарегистрирован у 57–64% студентов [18–20], а малоподвижный образ жизни ведут 48,6% студентов [21]. В то же время есть исследования с более оптимистичной оценкой двигательной активности студентов-медиков. Согласно результатам отдельных исследований, более половины студентов-медиков имели высокий уровень двигательной активности [22]. По другим данным, только у 30,9% студентов медицинского университета двигательная активность была ниже нормы, рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) [23]. По нашим данным, 37,5% студентов имели высокоинтенсивную двигательную физическую нагрузку 2–3 раза в неделю, что согласуется с данными других исследований [24]. Выявленная более высокая двигательная активность мужчин по сравнению с женщинами также подтверждена другими авторами [25]. Настоящее исследование не выявило гендерных различий распределения студентов по величине временных затрат на электронные устройства, тогда как, по данным других авторов, женщины склонны тратить больше времени на взаимодействие со смартфоном и нахождение в социальных сетях [16, 25]. Длительность взаимодействия с электронными устройствами оказывает неблагоприятное влияние на двигательную активность студентов, что в полной мере согласуется с данными других авторов [25].

Следует иметь в виду, что недостаточная двигательная активность является фактором риска метаболических нарушений и ведет к росту индекса массы тела [26, 27]. Стимулирование двигательной активности студентов-медиков важно для поддержания здоровья и подготовки будущего врача [25].

ВЫВОДЫ

Для большинства студентов медицинского университета (61,95%) характерна низкая двигательная активность, более распространенная среди женщин (69,5%) по сравнению с мужчинами (47,5%) ($p < 0,001$). В целом прослеживается тенденция к снижению двигательной активности студентов-медиков от первого к третьему курсу, ее существенное увеличение на четвертом курсе и дальнейшее снижение к шестому курсу. Выявлена более высокая распространенность высокоинтенсивной двигательной физической нагрузки и силовых упражнений среди мужчин

по сравнению с женщинами. При этом почти половина студентов обоего пола тратили на взаимодействие с электронными устройствами 3–5 ч и проводили за чтением более 2 ч в день. К факторам риска низкой двигательной

активности студентов-медиков можно отнести обучение на третьем и шестом курсах медицинского университета, женский пол и значительные временные затраты на взаимодействие с электронными устройствами.

Литература

1. Логачева Е. А. Формирование установок на здоровый образ жизни студенческой молодежи в образовательной среде. Этносоциум и межнациональная культура. 2023; 11(185): 98–104.
2. Актунанова Э. И., Крылов В. М. Спорт — это лучшее лекарство от старения! Аллея науки. 2022; 1 (10-73): 833–6.
3. Герус Е. Ю. Формирование здорового образа жизни у различных категорий населения. Аллея науки. 2023; 2 (12-87): 281–7.
4. Игнатов С. А., Такмакова Е. В. Формирование здорового образа жизни как предпосылка увеличения продолжительности жизни и улучшения демографической ситуации в РФ. Управление общественными и экономическими системами. 2024; 2 (38): 1–6.
5. Гончарова Н. А., Ошкордина А. А., Хаитова А. И. Экономические аспекты развития амбулаторно-поликлинического звена здравоохранения в период экономической нестабильности. Экономика и предпринимательство. 2024; 2 (163): 244–9. DOI: 10.34925/EIP.2024.163.2.041.
6. Шепелева О. М., Лазурина Л. П., Куркина М. П., Маль Г. С., Доценко В. А., Завидовская К. В. Самооценка качества жизни и сформированности здорового образа жизни студентов-медиков. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2023; 13 (2): 112–24. DOI: 10.21869/2223-1536-2023-13-2-112-124.
7. Валиев Р. Р., Коровкин И. А., Толмачев Д. А. Исследование связи между восприятием себя как врача и соблюдением здорового образа жизни у студентов-медиков. Дневник науки. 2024; 11 (95). URL: https://dnevniknauki.ru/images/publications/2024/11/medicine/Valiev_Korovkin_Tolmachev2.pdf.
8. Журавская Н. С., Аленицкая М. В., Янович В. А. К вопросу о формировании восприятия здорового образа жизни студенческой молодежи (на примере студентов Владивостокских вузов). Здоровье населения и среда обитания — ЗНисО. 2022; 30 (12): 37–44. DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-12-37-44.
9. Погодина С. О. Влияние физической активности на здоровье населения: профилактика заболеваний, формирование здорового образа жизни. Актуальные исследования. 2025; 48-4 (283): 89–91.
10. Акашев В. Е., Николаева И. В. Физкультурно-оздоровительные программы как средство профилактики ожирения и заболеваний сердечно-сосудистой системы. Тенденции развития науки и образования. 2024; 110-13: 20–3. DOI: 10.18411/tmio-06-2024-690.
11. Ткач Д. А., Семена К. Е., Рожнова А. А., Рожнов А. А. Двигательная активность студентов как одна из ключевых составляющих здорового образа жизни. Тенденции развития науки и образования. 2023; 95-2: 11–3. DOI: 10.18411/tmio-03-2023-54.
12. Агиенко А. С., Строкольская И. Л., Цыганкова Д. П., Артамонова Г. В. Взаимосвязь состояния здоровья и факторов образа жизни у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Здоровье населения и среда обитания — ЗНисО. 2024; 32 (1): 7–14. DOI: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-7-14.
13. Ахминеева А. Х. Мировой опыт по формированию здорового образа жизни и профилактике хронических неинфекционных заболеваний. Российский журнал персонализированной медицины. 2025; 5 (4): 298–305. DOI: 10.18705/2782-3806-2025-54-298-305.
14. Ведерникова А. В., Ровда Ю. И., Миняйлова Н. Н., Шмакова О. В., Бедарева В. Е., Якимов М. А. Сравнительный анализ распространенности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний и качества жизни у студентов г. Кемерово и г. Томска. Мать и дитя в Кузбассе. 2023; 1 (92): 55–61. DOI: 10.24412/2686-7338-2023-1-55-61.
15. Барсукова С. Д., Батарейная А. С., Сарчук Е. В. Изучение влияния уровня двигательной активности на формирование избыточной массы тела среди студентов медицинского института. Биология и интегративная медицина. 2026; 1 (79): 27–35. DOI: 10.24412/ci-34438-2026-179-27-35.
16. Гудинова Ж. В., Васильковская Ю. С., Завьялова А. В. Влияние длительности использования гаджетов на сон и двигательную активность студентов медицинского вуза. Оренбургский медицинский вестник. 2024; 4 (48): 36–40.
17. Левченко А. В., Николаев П. П., Козловская А. А. Тенденция к снижению двигательной активности у молодежи: причины и пути решения. OlymPlus. Гуманитарная версия. 2023; 2 (17): 67–71. DOI: 10.46554/OlymPlus.2023.2(17).pp.67.
18. Беляева Ю. Н., Шеметова Г. Н. Оценка социально-гигиенических факторов, влияющих на состояние здоровья и заболеваемость студентов вузов. Социальные аспекты здоровья населения. 2024; 70 (2): 7. DOI: 10.21045/2071-5021-2024-70-2-7.
19. Заяц О. В., Лычковская М. А. Изучение уровня двигательной активности среди студентов-медиков, их осведомленности о влиянии физических упражнений на здоровье. Современные проблемы гигиены, радиационной и экологической медицины. 2022; 12: 159–69.
20. Пац Н. В. Проблема гиподинамии у студенческой молодежи и коррекционная работа с лицами, имеющими повышенный индекс массы тела. Современные здоровьесберегающие технологии. 2025; (4): 196–203.
21. Жеребилова А. П., Бахметьева Ю. В., Кочеткова И. В., Фурсова Е. А. Активный образ жизни в студенческой среде ВГМУ. Молодежный инновационный вестник. 2023; 12 (S2): 364–6.
22. Одинцова М. О., Янкевич И. Е., Ярошинская А. П. Оценка уровня двигательной активности студентов Астраханского государственного медицинского университета. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2023; 3 (217): 343–6. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.03.p343-347.
23. Юшко Я. Н. Триггеры нездоровья в студенческой среде. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2025; (3): 46–52.
24. Буланова Э. В., Данилов А. В. Двигательная активность студентов в рамках современных видов молодежной культуры. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2023; 18 (3): 113–20.
25. Бобырева М. М., Колдасбаева Б. Д., Мамедов И. Р. и др. Самооценка цифровой зависимости и ее влияние на физическую активность студентов младших курсов медицинского университета. Теория и методика физической культуры. 2026; 1 (83): 137–51. DOI: 10.48114/2306-5540_2026_1_137.
26. Копылов А. С. Заболеваемость и образ жизни студентов-медиков. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2023; (3-4): 39–42.
27. Парамонова В. А., Чудинин Н. В., Дементьев А. А. Оценка физического развития, нутритивного статуса и метаболического риска у студентов медицинского университета. Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2025; 13 (3): 465–76. DOI: 10.23888/HMJ2025133465-476.

References

- Logacheva EA. Formirovanie ustanovok na zdorovyy obraz zhizni studentcheskoj molodezhi v obrazovatel'noj srede. Etnosotsium i mezhnatsional'naya kul'tura. 2023; 11(185): 98–104 (in Rus.).
- Aktuganova EI, Krylov VM. Sport — eto luchshee lekarstvo ot stareniya! Al'leya nauki. 2022; 1 (10-73): 833–6 (in Rus.).
- Gerus EYu. Formirovanie zdorovogo obraza zhizni u razlichnykh kategorij naseleniya. Al'leya nauki. 2023; 2 (12-87): 281–7 (in Rus.).
- Ignatov SA, Takmakova EV. Formirovanie zdorovogo obraza zhizni kak predposylka uvelicheniya prodolzhitel'nosti zhizni i uluchsheniya demograficheskoy situatsii v RF. Upravlenie obshchestvennymi i ekonomicheskimi sistemami. 2024; 2 (38): 1–6 (in Rus.).
- Goncharova NA, Oshkordina AA, Khaitova AI. Ekonomicheskie aspekty razvitiya ambulatorno-poliklinicheskogo zvena zdavookhraneniya v period ekonomicheskoy nestabil'nosti. Ekonomika i predprinimatel'stvo. 2024; 2 (163): 244–9 (in Rus.). DOI: 10.34925/EIP.2024.163.2.041.
- Shepeleva OM, Lazurina LP, Kurkina MP, Mal GS, Dotsenko VA, Zavidovskaya KV. Samootsenka kachestva zhizni i sformirovannosti zdorovogo obraza zhizni studentov-medikov. Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie. 2023; 13 (2): 112–24 (in Rus.). DOI: 10.21869/2223-1536-2023-13-2-112-124.
- Valiev RR, Korovkin IA, Tolmachev DA. Issledovanie svyazi mezhdu vospriyatiem sebya kak vracha i soblyudeniem zdorovogo obraza zhizni u studentov-medikov. Dnevnik nauki. 2024; 11 (95) (in Rus.). Available from: https://dnevniknauki.ru/images/publications/2024/11/medicine/Valiev_Korovkin_Tolmachev2.pdf.
- Zhuravskaya NS, Alenitskaya MV, Yanovich VA. K voprosu o formirovanii vospriyatiya zdorovogo obraza zhizni studentcheskoj molodezhi (na primere studentov Vladivostokskikh vuzov). Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNiSO. 2022; 30 (12): 37–44 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-12-37-44.
- Pogodina SO. Vliyanie fizicheskoy aktivnosti na zdorov'e naseleniya: profilaktika zabolevanij, formirovanie zdorovogo obraza zhizni. Aktual'nye issledovaniya. 2025; 48-4 (283): 89–91 (in Rus.).
- Akashchev VE, Nikolaeva IV. Fizkul'turno-ozdorovitel'nye programmy kak sredstvo profilaktiki ozhireniya i zabolevanij serdechno-sosudistoj sistemy. Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2024; 110-13: 20–3 (in Rus.). DOI: 10.18411/trnio-06-2024-690.
- Tkach DA, Semena KE, Rozhnova AA, Rozhnov AA. Dvigatel'naya aktivnost' studentov kak odna iz klyuchevykh sostavlyayushchikh zdorovogo obraza zhizni. Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2023; 95-2: 11–3 (in Rus.). DOI: 10.18411/trnio-03-2023-54.
- Agienko AS, Strokolskaya IL, Tsygankova DP, Artamonova GV. Vzaimosvyaz' sostoyaniya zdorov'ya i faktorov obraza zhizni u patsientov s serdechno-sosudistymi zabolevaniyami. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNiSO. 2024; 32 (1): 7–14 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-7-14.
- Akhmineeva AKh. Mirovoj opyt po formirovaniyu zdorovogo obraza zhizni i profilaktike khronicheskikh neinfektsionnykh zabolevanij. Rossijskij zhurnal personalizirovannoj meditsiny. 2025; 5 (4): 298–305 (in Rus.). DOI: 10.18705/2782-3806-2025-54-298-305.
- Vedernikova AV, Rovda Yul, Minyajlova NN, Shmakova OV, Bedareva VE, Yakimov MA. Sravnitel'nyj analiz rasprostranennosti faktorov riska khronicheskikh neinfektsionnykh zabolevanij i kachestva zhizni u studentov g. Kemerovo i g. Tomska. Mat' i ditya v Kuzbasse. 2023; 1 (92): 55–61 (in Rus.). DOI: 10.24412/2686-7338-2023-1-55-61.
- Barsukova SD, Batarejnaya AS, Sarchuk EV. Izuchenie vliyaniya urovnya dvigatel'noj aktivnosti na formirovanie izbytochnoj massy tela sredi studentov meditsinskogo instituta. Biologiya i integrativnaya meditsina. 2026; 1 (79): 27–35 (in Rus.). DOI: 10.24412/cl-34438-2026-179-27-35.
- Gudinova ZhV, Vaskovskaya YuS, Zavyalova AV. Vliyanie dlitel'nosti ispol'zovaniya gadzhetov na son i dvigatel'nuyu aktivnost' studentov meditsinskogo vuza. Orenburgskij meditsinskij vestnik. 2024; 4 (48): 36–40 (in Rus.).
- Levchenko AV, Nikolaev PP, Kozlovskaya AA. Tendentsiya k snizheniyu dvigatel'noj aktivnosti u molodezhi: prichiny i puti resheniya. OlymPlus. Gumanitarnaya versiya. 2023; 2 (17): 67–71 (in Rus.). DOI: 10.46554/OlymPlus.2023.2(17).pp.67.
- Belyaeva YuN, Shemetova GN. Otsenka sotsial'no-gigienicheskikh faktorov, vliyayushchikh na sostoyanie zdorov'ya i zabolevaemost' studentov vuzov. Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya. 2024; 70 (2): 7 (in Rus.). DOI: 10.21045/2071-5021-2024-70-2-7.
- Zayats OV, Lychkovskaya MA. Izuchenie urovnya dvigatel'noj aktivnosti sredi studentov-medikov, ikh osvedomlennosti o vliyani fizicheskikh uprazhnenij na zdorov'e. Sovremennye problemy gigieny, radiatsionnoj i ekologicheskoy meditsiny. 2022; 12: 159–69 (in Rus.).
- Pats NV. Problema gipodinamii u studentcheskoj molodezhi i korrektsionnaya rabota s litsami, imeyushchimi povyshennyj indeks massy tela. Sovremennye zdorov'esberegayushchie tekhnologii. 2025; (4): 196–203 (in Rus.).
- Zherebilova AP, Bakhmeteva YuV, Kochetkova IV, Fursova EA. Aktivnyj obraz zhizni v studentcheskoj srede VGMU. Molodezhnyj innovatsionnyj vestnik. 2023; 12 (S2): 364–6 (in Rus.).
- Odintsova MO, Yankevich IE, Yaroshinskaya AP. Otsenka urovnya dvigatel'noj aktivnosti studentov Astrakhanskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta. Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. 2023; 3 (217): 343–6 (in Rus.). DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.03.p343-347.
- Yushko YaN. Triggery nezdorov'ya v studentcheskoj srede. Voprosy shkol'noj i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya. 2025; (3): 46–52 (in Rus.).
- Bulanova EV, Danilov AV. Dvigatel'naya aktivnost' studentov v ramkakh sovremennykh vidov molodezhnoj kul'tury. Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta. 2023; 18 (3): 113–20 (in Rus.).
- Bobyreva MM, Koldasbaeva BD, Mamedov IR, et al. Samootsenka tsifrovoy zavisimosti i ee vliyanie na fizicheskuyu aktivnost' studentov mladshikh kursov meditsinskogo universiteta. Teoriya i metodika fizicheskoy kul'tury. 2026; 1 (83): 137–51 (in Rus.). DOI: 10.48114/2306-5540_2026_1_137.
- Kopylov AS. Zabolevaemost' i obraz zhizni studentov-medikov. Voprosy shkol'noj i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya. 2023; (3-4): 39–42 (in Rus.).
- Paramonova VA, Chudinina NV, Dementev AA. Otsenka fizicheskogo razvitiya, nutritivnogo statusa i metabolicheskogo riska u studentov meditsinskogo universiteta. Nauka molodykh (Eruditio Juvenium). 2025; 13 (3): 465–76 (in Rus.). DOI: 10.23888/HMJ2025133465-476.