

и экология человека. 2024; №1: 49-63. DOI: 10.24412/2411-3794-2024-10103.

Analysis of fatal occupational injuries in the Republic of Bashkortostan / Shapoval I.V., Karimova L.K., Bakirov A.B. [et al.] // Occupational health and human ecology. 2024; No.1: 49-63. DOI: 10.24412/2411-3794-2024-10103.

2. Мясников С.В., Коршунов Г.И., Кабанов Е.И. Метод комплексной оценки и прогноза профессионального риска травмирования персонала угольных шахт при взрывах метана и пыли // Безопасность труда в промышленности. 2018; № 5: 60–65.

Myasnikov S.V., Korshunov G.I., Kabanov E.I. Method of comprehensive assessment and prediction of professional risk of injury to coal mine personnel during methane and dust explosions // Occupational Safety in Industry. 2018; No. 5: 60–65.

3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 21.02.2025).

Official site of the Federal State Statistics Service. Access mode: <https://rosstat.gov.ru/> (date of circulation 21.02.2025).

4. Официальный сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Ростехнадзор. URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/.

Official website of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision Rostekhnadzor. Access mode: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/.

5. Оценка вредных факторов на рабочих местах и профессиональная заболеваемость работников предприятия по добыче полиметаллических руд / Шайхлисламова Э.Р., Каримова Л.К., Мулдашева Н.А. [и др.] // Медицина труда и экология человека. 2025; №1: 6-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2025-10101>.

Assessment of harmful factors in the workplace and occupational diseases of workers of the enterprise for mining polymetallic ores / Shaikhislamova E.R., Karimova L.K., Mulda-

sheva N.A. [et al.] // Occupational Medicine and Human Ecology. 2025; No.1: 6-21. DOI: 10.24412/2411-3794-2025-10101.

6. Профессиональные риски нарушения здоровья работников, занятых добычей и переработкой полиметаллических руд / Каримова Л.К., Серебряков П.В., Шайхлисламова Э.Р. [и др.]. Уфа-Москва: ООО «Принт-2»; 2016: 337.

Professional risks of workers engaged in mining and processing of polymetallic ores / Karimova L.K., Serebryakov P.V., Shaikhislamova E.R. [et al.]. Ufa-Moscow: ООО «Print-2»; 2016: 337.

7. Условия труда, профессиональная заболеваемость на предприятиях открытой добычи руд Бухтияров И.В., Головкова Н.П., Чеботарев А.Г. [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 5: 9-44.

Working conditions, occupational diseases in the enterprises of the open-pit ores / Buhtiyarov I.V., Golovkova N.P., Chebotarev A.G. [et al.] // Occupational medicine and industrial ecology. 2017. No.5: 9-44.

DOI 10.25789/YMJ.2025.92.20

УДК 628.1.033

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» (450106, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94): **РАХИМОВА Альбина Рамилевна** – м.н.с., al8ina.faizullina@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-9963-6222>, **ВАЛЕЕВ Тимур Камилевич** – к.б.н., с.н.с., valeevtk2011@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7801-2675>, **СУЛЕЙМАНОВ Рафаил Анварович** – д.м.н., гл.н.с., rafs52@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4134-5828>, **САЛИГАСКАРОВ Ильгиз Ирекович** – аспирант, silgiz862@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6402-699X>.

ДАВЛЕТНУРОВ Наил Хамзинович – зам. нач. отдела Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан, Davletnurov_NKh@02.rosпотребнадzor.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9534-0240>; **НУРЕТДИНОВА Ксения Сергеевна** – зав. отд. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан», z_sgm@02.rosпотребнадzor.ru; **БАКТЫБАЕВА Зульфия Булатовна** – к.б.н., с.н.с. ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», baktybaeva@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1249-7328>; **СТЕПАНОВ Евгений Георгиевич** – к.м.н., доцент, зав. отделом ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», проф. ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», doctorse@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1917-8998>

А.Р. Рахимова, Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов,
И.И. Салигаскаров, Н.Х. Давлетнуров, К.С. Нуретдинова,
З.Б. Бактыбаева, Е.Г. Степанов

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ РЕГРЕССИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Проведена оценка применимости регрессионных моделей для установления связи между качеством питьевой воды (пробами воды, не соответствующими по химическим показателям) и заболеваемостью на основании анализа данных социально-гигиенического мониторинга за 11-летний (2013–2023 гг.) период по Республике Башкортостан.

Обнаружены потенциальные причинно-следственные связи между некачественной питьевой водой и заболеваемостью стенокардией, другими болезнями системы кровообращения и, возможно, болезнями костно-мышечной системы. Для подтверждения этих связей необходимы дальнейшие исследования с большим объемом данных, анализом конкретных загрязняющих веществ и учетом дополнительных факторов риска. Необходим усиленный мониторинг как химического состава воды, так и заболеваемости населения для принятия целевых мер по улучшению ситуации.

Ключевые слова: питьевая вода, математическая модель, регрессия, причинно-следственная связь, заболеваемость, СГМ

Evaluation of the applicability of regression models to establish a relationship between drinking water quality (samples not corresponding to chemical indicators) and morbidity based on analysis of data from social-hygienic monitoring over 11 years (2013–2023) period in the Republic of Bashkortostan was conducted. Statistically significant relationships were identified between poor-quality water in terms of chemical indicators and the following diseases: angina pectoris, diseases of the circulatory system, and diseases of the musculoskeletal system. Further research with larger datasets, analysis of specific pollutants, and consideration of additional risk factors is needed to confirm these links. Enhanced monitoring of both the chemical composition of water and population morbidity is necessary for implementing targeted measures to improve the situation.

Keywords: drinking water, mathematical model, regression, causal relationship, morbidity, public health monitoring (SGM)

Для цитирования: Рахимова А.Р., Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Салигаскаров И.И., Давлетнуров Н.Х., Нуретдинова К.С., Бактыбаева З.Б., Степанов Е.Г. Оценка применимости математических моделей непараметрических регрессий для оценки причинно-следственных связей между качеством питьевой воды и заболеваемостью населения. Якутский медицинский журнал. 2025; 92(4): 95-100. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2025.92.20>

Введение. Обеспечение населения качественной питьевой водой является важной проблемой. Несмотря на то, что обеспеченность качественной питьевой водой растет, остается часть населения с питьевой водой неудовлетворительного качества из централизованного водоснабжения. По данным Роспотребнадзора, в Российской Федерации зарегистрированы случаи заболеваемости, связанные с употреблением некачественной питьевой воды. Химический состав питьевой воды может оказывать влияние на желудочно-кишечный тракт, мочеполовую, костно-мышечную системы и др. [27].

В рамках глобальных целей устойчивого развития, установленных на 2030 г., одной из ключевых задач является обеспечение всеобщего и равноправного доступа к безопасной и доступной питьевой воде для всех жителей планеты. В России вопросы регулирования качества питьевой воды приобретают особую значимость, так как это непосредственно влияет на здоровье и качество жизни населения. В этом контексте государственные инициативы и меры по контролю и улучшению качества водоснабжения становятся приоритетными, направленными на создание условий для устойчивого развития и благополучия граждан [14, 18].

Химический состав питьевой воды является одним из факторов, оказывающих воздействие на здоровье населения как на общие, так и на отдельные нозологии заболеваемости. Наиболее распространенными заболеваниями, ассоциированными с употреблением некачественной питьевой воды, принято считать заболевания мочеполовой, пищеварительной, опорно-двигательной и сердечно-сосудистой систем. Превышение гигиенических нормативов некоторых химических веществ может негативно сказываться на здоровье взрослого, так и детского населения [1, 5, 6, 9, 10, 12, 16, 23, 26].

В перечень контролируемых химических веществ в питьевой воде входит около 70 химических веществ, но также необходимо учитывать, что вода должна быть физиологически полноценной для здоровья человека. В список санитарно-химических по-

казателей питьевой воды, которые оказывают значительное влияние на здоровье населения, входят химические вещества как естественного, так и искусственного происхождения [3, 17, 25].

Установление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и влиянием факторов окружающей среды является основой социально-гигиенического мониторинга (СГМ). Эта система обеспечивает постоянное наблюдение и оценку факторов среды обитания, а также прогнозирование возможных неблагоприятных последствий. На основании полученных данных принимаются решения, направленные на снижение рисков для здоровья населения [28].

Цель исследования: оценить применимость моделей регрессии при оценке причинно-следственных связей между качеством питьевой воды и заболеваемостью населения.

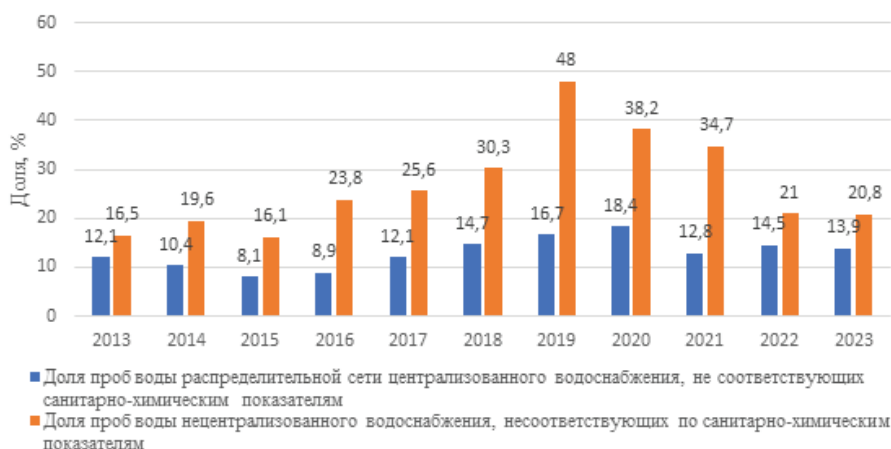
Материалы и методы исследования. В качестве материалов были использованы данные из открытых источников: о заболеваемости на 1000 населения Республики Башкортостан – из статистических сборников, а также информация о качестве питьевой воды – из ежегодных государственных докладов Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан (УПРНРБ).

В качестве анализируемых факторов, влияющих на заболеваемость населения, выбраны доли проб питьевой воды из нецентрализованного и цен-

трализованного (распределительная сеть) водоснабжения, не соответствующих нормативам по санитарно-химическим показателям (рисунк).

Выборка составляла 11 лет за период 2013-2023 гг., где среднее значение долей нестандартных проб по жесткости составляет 26,7%; среднее значение долей проб воды нецентрализованного водоснабжения, не соответствующих по санитарно-химическим показателям – 26,8%; среднее значение долей проб воды нецентрализованного водоснабжения сельского населения, не соответствующих по санитарно-химическим показателям – 26,8%; среднее значение долей проб воды из систем централизованного водоснабжения, не соответствующих по санитарно-химическим показателям – 12,9%.

Средние значения показателей заболеваемости за 11-летний период, по данным государственной статистики (на 1000 чел. населения), составили: новообразования – 42,6, болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ – 67,5, сахарный диабет – 29,9, болезни крови, вовлекающие иммунный механизм – 24,4, анемии – 23,2, болезни нервной системы – 128, болезни глаза и его придаточного аппарата – 110, 25, болезни уха и сосцевидного отростка – 45,86, болезни системы кровообращения – 286,6, повышенное кровяное давление – 128,9, ишемическая болезнь сердца – 62,4, острый инфаркт миокарда – 1,22, стенокардия – 18,31, болезни органов дыхания – 447,3, болезни органов пищеварения – 166,38,



Доля проб питьевой воды, не соответствующих по санитарно-химическим показателям

Таблица 1

Корреляция Спирмена между долей проб питьевой воды, не соответствующих по санитарно-химическим показателям, и заболеваемостью на 1000 населения

Доля несоответствий проб воды (по данным УПРНРБ)	Категория заболеваемости на 1000 населения (по данным Башстатистики)	Результат корреляции Спирмена
Удельный вес нестандартных проб по жесткости, %	Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	$r=0,59$ $p\text{-value}=0,029$
Доли проб воды из нецентрализованного водоснабжения, не соответствующих по санитарно-химическим показателям, %	Болезни органов дыхания	$r=0,55$ $p\text{-value}=0,044$
	Стенокардия	$r=0,53$ $p\text{-value}=0,047$
Доли проб воды из распределительной сети централизованного водоснабжения, не соответствующих по санитарно-химическим показателям, %	Болезни костно-мышечной системы	$r=0,71$ $p\text{-value}=0,007$
	Болезни органов дыхания	$r=0,65$ $p\text{-value}=0,016$
	Стенокардия	$r=0,76$ $p\text{-value}=0,003$
	Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением	$r=0,64$ $p\text{-value}=0,017$
	Болезни системы кровообращения	$r=0,67$ $p\text{-value}=0,011$
	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	$r=0,60$ $p\text{-value}=0,026$
	Сахарный диабет	$r=0,59$ $p\text{-value}=0,028$

Таблица 2

Регрессионные модели для установления причинно-следственной связи между качеством питьевой воды и заболеваемостью населения

Переменные		Регрессия/Значимость			
Зависимая	Независимая	Зависимая	Независимая	Зависимая	Независимая
Врожденные аномалии	Пробы с жесткой водой	0,0112	[0,0; 0,2872; -0,0038]	0,0208	Не значимы все три модели
Стенокардия	Пробы из нецентрализованного водоснабжения	0,1914	[0,0; 0,5021; -0,0062]	0,2252	Значимы по робастной и Theil-Sen Regression
Болезни органов дыхания	Пробы из нецентрализованного водоснабжения	1,7916	[0,0; 19,7936; -0,2916]	3,3431	Не значимы все три модели
Заболеваемость стенокардией	Пробы из распределительной сети	0,6475	[0,0; 2,2391; -0,0560]	0,6149	Значимы по робастной и Theil-Sen Regression
Болезни системы кровообращения	Пробы из распределительной сети	5,1629	[0,0; 37,3473; -1,1780]	5,2005	Значимы по робастной и Theil-Sen Regression
Повышенное кровяное давление	Пробы из распределительной сети	2,9351	[0,0; 19,0614; -0,5915]	3,3820	Не значимы все три модели
Болезни костно-мышечной системы	Пробы из распределительной сети	1,1405	[0,0; 14,3667; -0,4946]	1,0695	Значимы только по робастной регрессии
Болезни органов дыхания	Пробы из распределительной сети	10,4147	[0,0; 54,9851; -1,6850]	8,9512	Не значимы все три модели
Сахарный диабет	Пробы из распределительной сети	0,5689	[0,0; 1,9577; -0,0518]	0,8297	Не значимы все три модели
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	Пробы из распределительной сети	0,8676	[0; 8,4592; -0,2790]	0,9350	Не значимы все три модели
Повышенное кровяное давление	Пробы из распределительной сети	2,9351	[0,0; 19,0614; -0,5915]	3,3820	Не значимы все три модели
Стенокардия	Пробы из распределительной сети	0,6475	[0,0; 2,2391; -0,0560]	0,6150	Значимы только по робастной регрессии
Болезни системы кровообращения	Распределительная сеть	5,1629	[0,0; 37,3473; -1,1780]	5,2005	Значимо только по робастной регрессии

язва желудка и 12-ти перстной кишки – 7,05, болезни мочеполовой системы – 123,43, болезни кожи и подкожной клетчатки – 69,8, болезни костно-мышечной системы – 146,7, врожденные аномалии – 6,53. В статистических сборных приведены общие показатели заболеваемости на 1000 населения без указания кода МКБ.

В качестве статистических методов использована корреляция Спирмена, а также три регрессионные модели – робастная и полиномиальная регрессия и Theil-Sen Regression. Выбор данных методов обосновывается тем, что непараметрические методы устойчивы к ненормальному распределению, выбросам и малой выборке.

Расчет корреляции по Спирмену и построение корреляционной матрицы проводились в статистический программе JASP, а построение регрессионных моделей – в программе Python с использованием библиотек Pandas, NumPy, SciPy.stats, Sklearn и др.

Результаты и обсуждение. Результаты корреляционного анализа (табл. 1) указывают на наличие значимой связи между пробами питьевой воды, не соответствующими нормативам, и заболеваемостью населения, наиболее выраженной – с заболеваниями сердечно-сосудистой, дыхательной и костно-мышечной систем.

Для дальнейшего анализа причинно-следственной связи были отобраны пары переменных с положительными удовлетворительными коэффициентами корреляции по Спирмену из табл. 1 и проведен регрессионный анализ. В качестве регрессионных моделей выбраны три вида регрессий (табл. 2) – робастная, полиномиальная и Theil-Sen Regression. Данные методы устойчивы к выбросам, малой выборке и ненормальному распределению.

На основании статистической обработки данных [22, 23] выявлена значимая связь:

- по робастной регрессии и Theil-Sen Regression между пробами питьевой воды из нецентрализованного водоснабжения и стенокардией, что указывает на возможное влияние качества воды из нецентрализованных источников на заболеваемость стенокардией;

- по робастной регрессии и Theil-Sen Regression между пробами из распределительной сети и стенокардией, что может свидетельствовать о влиянии качества воды из распределительной сети на риск развития стенокардии;

- по робастной регрессии и Theil-Sen Regression между пробами из рас-

пределительной сети и болезнями системы кровообращения, что позволяет предположить, что качество воды в распределительной сети может влиять на заболеваемость болезнями системы кровообращения;

- только по робастной регрессии между пробами из распределительной сети и болезнями костно-мышечной системы, что может указывать на слабую связь между качеством воды и заболеваниями костно-мышечной системы.

Для врожденных аномалий, болезней органов дыхания, повышенного кровяного давления, сахарного диабета, болезней эндокринной системы и других заболеваний значимой связи с пробами воды не выявлено. Это может означать, что качество воды не является основным фактором риска для этих заболеваний в данном исследовании.

Математическая модель обобщенная, химический состав питьевой воды разнообразен и необходимо учитывать предельно-допустимые концентрации химических веществ и степень их влияния на системы органов человека. Также в модели приведен общий показатель онкологической заболеваемости без локализации. Например, по литературным источникам, известно, что длительное употребление питьевой воды с повышенным содержанием нитратов способно вызвать злокачественные новообразования в мочеполовой системе [21]. В наших расчетах не обнаружена связь между питьевой водой и злокачественными новообразованиями из обобщенных данных, но обнаружена причинно-следственная связь между питьевой водой и заболеваниями сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем. Результаты исследования подтверждаются литературными данными. В иностранных литературных источниках найдена информация о влиянии жесткой воды (кальций и магний) на заболеваемость сердечно-сосудистыми заболеваниями [29–31, 33]. Известно, что по Республике Башкортостан вода достаточно жесткая, но наша модель не уловила статистически значимой связи из обобщенных данных. Для установления связи необходимо исследовать несколько районов с превышениями показателей жесткости, а также динамику сердечно-сосудистых заболеваний. Также литературные данные подтверждают связь между употреблением некачественной питьевой воды и заболеваниями костно-мышечной системы. Известно, что стронций в пи-

тевой воде негативно сказывается на развитии костно-мышечной системы, в частности у детей [4, 24, 32]. Помимо заболеваемости костно-мышечной системы в литературных источниках приведены исследования влияния минерального состава питьевой воды на стоматологическую заболеваемость детского населения [22].

Проблема оценки гигиенической безопасности воды усугубляется недостаточной надежностью предельно допустимых концентраций (ПДК) некоторых химических веществ. Например, ПДК свинца, перхлоратов, молибдена, мышьяка и акрилонитрила не всегда обеспечивают достаточную защиту. В частности, ПДК мышьяка недостаточно надежны для репродуктивного здоровья женщин. Кроме того, ПДК молибдена, сурьмы, перхлоратов, нитратов, фтора, цианидов, диметиламина и фталатов не обеспечивают адекватной защиты для детей. Эти недостатки подчеркивают необходимость пересмотра и уточнения существующих норм для обеспечения более надежной оценки гигиенической безопасности воды [8, 15].

По данным Управления Роспотребнадзора, на 2023 г. (рисунок) питьевой водой из систем централизованного водоснабжения обеспечено 98,435% населения, отмечается увеличение проб питьевой воды, не соответствующих по таким санитарно-химическим показателям, как «Мутность», «Жесткость общая», «Общая минерализация», «Железо», «Марганец», «Нитраты», «Сульфаты», «Литий», «Стронций» [20].

Заключение. Исследование является математической моделью, чем ниже выборка, тем меньше мощность исследования. Количество выборки существенно влияет на точность расчетов. В нашем случае выборка составила 11-летний период.

Наблюдаются статистически значимые причинно-следственные связи между пробами питьевой воды из нецентрализованного и централизованного водоснабжения, не соответствующими по санитарно-химическим показателям с некоторыми заболеваниями сердечно-сосудистой системы, а также костно-мышечной системы. Это может указывать на потенциальное влияние загрязнений воды на сердечно-сосудистую, а также костно-мышечную систему. Для других заболеваний значимой связи не обнаружено, что может свидетельствовать об отсутствии влияния качества воды на эти заболевания в рамках данного исследования.

Для подтверждения причинно-следственной связи необходимо провести дополнительные исследования, включая анализ конкретных химических веществ в питьевой воде и их воздействия на здоровье населения, а также учет других факторов (например, социально-экономических условий, образа жизни и т. д.).

Для снижения заболеваний, ассоциированных с употреблением некачественной питьевой воды, необходим мониторинг заболеваемости и химического состава питьевой воды.

Для управления рисками воздействия некачественной питьевой воды на здоровье населения необходимо усиление системы мониторинга по химическим показателям, совершенствование нормативной базы и технологий очистки питьевой воды, зонирование территорий с повышенным экологическим риском в границах промышленной и хозяйственной деятельности.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Анализ состояния здоровья населения во взаимосвязи с качеством питьевой воды в Мурманской области / А.А. Ковшов, Ю.А. Новикова, И.О. Мясников [и др.] // Российская Арктика. 2022. № 4. С. 5-16.
2. Бахметьева Л.В., Бахметьев А.В., Великая А.С. Гигиеническая оценка качества питьевой воды в централизованной системе водоснабжения города Муром // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2018. № 4(38). С. 108-113.
3. Богданова В.Д., Киду П.Ф., Кислицына Л.В. Гигиеническая оценка питьевой воды из подземных источников централизованных систем водоснабжения острова Русский // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С. 28-37. doi: 10.21668/health.risk/2020.2.03
4. Богданова В.Д., Киду П.Ф., Кислицына Л.В. Hygienic assessment of drinking water from underground sources of centralized water supply systems on Russky Island // Health Risk Analysis. 2020. No. 2. P. 28-37. doi: 10.21668/health.risk/2020.2.03
5. Гигиеническая оценка качества питьевой воды в централизованной системе водоснабжения города Муром / В.Д. Богданова, Л.И. Китаева, В.Д. Богданова [и др.] // Гигиена и санитария. 2019. № 98(1). С. 94-101.
6. Hygienic assessment of the quality of drinking water in the centralized water supply system of the city of Murom / V.D. Bogdanova, L.I. Kitaeva, V.D. Bogdanova [et al.] // Hygiene and Sanitation. 2019. No. 98(1). P. 94-101.
7. Гигиеническая оценка качества питьевой воды в централизованной системе водоснабжения города Муром / Т.А. Трифонов, Н.В. Мищенко, О.Г. Селиванов [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2019. № 3(39). С. 70-74.
8. Hygienic assessment of the quality of drinking water in the centralized water supply system of the city of Murom / T.A. Trifonov, N.V. Mishchenko, O.G. Selivanov [et al.] // Bulletin of Volgograd State Medical University. 2019. No. 3(39). P. 70-74.
9. Заболеваемость остеопатиями у детей и подростков, потребляющих питьевую воду с повышенным природным содержанием стронция / И.Е. Штина, О.А. Макалова, С.Л. Валина [и др.] // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100. № 10. С. 1123-1127. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1123-1127
10. Morbidity of osteopathies in children and adolescents consuming drinking water with elevated natural strontium content / I.E. Shtina, O.A. Maklakova, S.L. Valentina [et al.] // Hygiene and Sanitation. 2021. Vol. 100. No. 10. P. 1123-1127. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1123-1127
11. Зайцева Н.В., Сбоев А.С., Клейн С.В., Вековшинина С.А. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора // Анализ риска здоровью. 2019. № 2. С. 44-55. doi: 10.21668/health.risk/2019.2.05
12. Zaitseva N.V., Sboev A.S., Klein S.V., Veikovshinina S.A. Quality of drinking water: risk factors for public health and the effectiveness of the supervisory activities of Rosпотребнадзор // Health Risk Analysis. 2019. No. 2. P. 44-55. doi: 10.21668/health.risk/2019.2.05
13. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Горяев Д.В., Клейн С.В. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором // Анализ риска здоровью. 2016. № 4. С. 4-16. doi: 10.21668/health.risk/2016.4.01
14. Zaitseva N.V., Mai I.V., Kiryanov D.A., Goryaev D.V., Klein S.V. Socio-hygienic monitoring at the modern stage: status and development prospects in conjunction with risk-based supervision // Health Risk Analysis. 2016. No. 4. P. 4-16. doi: 10.21668/health.risk/2016.4.01
15. Иванова А.А., Козлова М.Ю., Сафиулин Р.Я. Экологический и гигиенический мониторинг питьевой воды в централизованной системе водоснабжения города Муром // Экология и промышленность. 2017. № 51(5). С. 51-55.
16. Ivanova A.A., Kozlova M.Yu., Safiulin R.Ya. Environmental and hygienic monitoring of drinking water in the centralized water supply system of the city of Murom // Ecology and Industry. 2017. No. 51(5). P. 51-55.
17. Иванов А.В., Козлов В.В., Павленко М.Ю. Влияние токсичных металлов на показатели здоровья населения // Вестник НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков. 2017. № 11. С. 6.
18. Ivanov A.V., Kozlov V.V., Pavlenko M.Yu. The impact of toxic metals on population health indicators // Bulletin of the Research Institute of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents. 2017. No. 11. P. 6.
19. Иванов А.В., Павленко М.Ю., Великая А.С. Оценка риска заболеваемости, ассоциированного с потреблением воды, содержащей повышенные концентрации токсичных металлов // Вода: химия и экология. 2017. № 38(5). С. 45-50.
20. Ivanov A.V., Pavlenko M.Yu., Velikaya A.S. Assessment of the risk of morbidity associated with the consumption of water containing elevated concentrations of toxic metals // Water: Chemistry and Ecology. 2017. No. 38(5). P. 45-50.
21. Казаков Д.С., Одинцова Ю.А., Великая А.С. Гигиеническая оценка качества питьевой воды в централизованной системе водоснабжения города Муром // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия медицина. 2017. № 21(3). С. 636-643.
22. Kazakov D.S., Odintsova Yu.A., Velikaya A.S. Hygienic assessment of the quality of drinking water in the centralized water supply system of the city of Murom // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Medicine. 2017. No. 21(3). P. 636-643.
23. Казаков Д.С., Одинцова Ю.А., Великая А.С. Гигиеническая оценка качества питьевой воды в городе Муроме // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия медицина. 2017. № 21(3). С. 636-643.
24. Kazakov D.S., Odintsova Yu.A., Velikaya A.S. Hygienic assessment of the quality of drinking water in the city of Murom // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Medicine. 2017. No. 21(3). P. 636-643.
25. Кириллова О.П., Китаева Л.И., Чернова Н.Н. Рассмотрены аспекты водоподготовки // Вода: химия и экология. 2016. № 38(5). С. 45-50.
26. Kirillova O.P., Kitaeva L.I., Chernova N.N. Aspects of water treatment and purification are considered // Water: Chemistry and Ecology. 2016. No. 38(5). P. 45-50.
27. К вопросу оценки качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения в современных условиях / Ю.А. Новикова, К.Б. Фридман, В.Н. Федоров [и др.] // Гигиена и санитария. 2020. № 99(6). С. 563-568. doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-6-563-568
28. On the issue of assessing the quality of drinking water in centralized water supply systems under modern conditions / Yu.A. Novikova, K.B. Fridman, V.N. Fedorov [et al.] // Hygiene and Sanitation. 2020. No. 99(6). P. 563-568. doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-6-563-568
29. Попов Д.С. Оценка риска заболеваемости, ассоциированного с потреблением воды, содержащей повышенные концентрации токсичных металлов // Вода: химия и экология. 2017. № 38(5). С. 45-50.
30. Popov D.S. Assessment of the risk of morbidity associated with the consumption of water containing elevated concentrations of toxic metals // Water: Chemistry and Ecology. 2017. No. 38(5). P. 45-50.
31. Рахманин Ю.А., Мельцер А.В., Киселев А.В., Ерастова Н.В. Гигиеническое обоснование управленческих решений с использо-

ванием интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и эпидемиологической безопасности // Гигиена и санитария. 2017. № 96(4). С. 302–305. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305

Rakhmanin Yu.A., Meltser A.V., Kiselev A.V., Erastova N.V. Hygienic justification of management decisions using the integral assessment of drinking water based on chemical safety and epidemiological safety indicators // Hygiene and Sanitation. 2017. No. 96(4). P. 302–305. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305

20. Рахманин Ю.А., Онищенко Г.Г. Гигиеническая оценка питьевого водообеспечения населения Российской Федерации: проблемы и пути рационального их решения // Гигиена и санитария. 2022. № 101(10). С. 1158–1166.

Rakhmanin Yu.A., Onishchenko G.G. Hygienic assessment of drinking water supply to the population of the Russian Federation: problems and ways to solve them rationally // Hygiene and Sanitation. 2022. No. 101(10). P. 1158–1166.

21. Риск для здоровья женщин и детей при воздействии химических веществ, содержащихся в питьевой воде / С.И. Плитман, О.В. Сивочалова, А.В. Тулакин [и др.] // Санитарный врач. 2019. № 9. С. 73–6.

Health risks for women and children from exposure to chemicals in drinking water / S.I. Plytman, O.V. Sivochalova, A.V. Tulakin [et al.] // Sanitary Doctor. 2019. No. 9. P. 73–6.

22. Росстат. [Официальный сайт]. URL: <https://02.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 25.03.2025).

Rosstat. [Official website]. URL: <https://02.rosstat.gov.ru/> (accessed: 25.03.2025).

23. Роспотребнадзор. [Официальный сайт]. URL: <https://02.rosпотребнадзор.ru/> (дата обращения: 25.03.2025).

Rospotrebnadzor. [Official website]. URL: <https://02.rosпотребнадзор.ru/> (accessed: 25.03.2025).

24. Салигаскаров И.И., Бакиров А.Б., Сте-

панов Е.Г. Гигиеническая оценка канцерогенных рисков и анализ влияния факторов среды обитания на онкологическую заболеваемость населения крупного промышленного города (обзор литературы) // Название журнала или сборника. 20XX. Т. X, № X. С. 95–107.

Saligaskarov I.I., Bakirov A.B., Stepanov E.G. Hygienic assessment of carcinogenic risks and analysis of the influence of environmental factors on the oncological morbidity of the population of a large industrial city (literature review) // Journal Name or Collection. 20XX. Vol. X, No. X. P. 95–107.

25. Сивак Е.Ю., Вишневская Н.Л. Минеральный состав питьевой воды и стоматологическая заболеваемость у школьников г. Перми // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16985> (дата обращения: 25.03.2025).

Sivak E.Yu., Vishnevskaya N.L. Mineral composition of drinking water and dental morbidity among schoolchildren in Perm // Modern Problems of Science and Education. 2014. No. 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16985> (accessed: 25.03.2025).

26. Сулейманов А.А., Бахметьев А.В., Великая А.С. Гигиеническая оценка качества питьевой воды в городе Муроме // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2018. № 4(38). С. 108–113.

Suleimanov A.A., Bakhmetyev A.V., Velikaya A.S. Hygienic assessment of the quality of drinking water in the city of Murom // Bulletin of Volgograd State Medical University. 2018. No. 4(38). P. 108–113.

27. Темпы биологического созревания и особенности нарушений костно-мышечной системы у детей в условиях пероральной экспозиции стронция с питьевой водой / А.Ю. Вандышева, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. 2015. С. 44–48.

Rates of biological maturation and features of musculoskeletal system disorders in children under conditions of oral exposure to strontium with drinking water / A.Yu. Vandysheva, K.P. Luzhetskyy, O.Yu. Ustinova [et al.] // Population Health and Environment. 2015. P. 44–48.

28. Трофимович Е.М. Гигиенические нормы химических элементов питьевой воды // Гигиена и санитария. 2023. № 102(2). С. 126–134. doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-2-126-134

Trofimovich E.M. Hygienic standards for chemical elements in drinking water // Hygiene and Sanitation. 2023. No. 102(2). P. 126–134. doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-2-126-134

29. Aleksandra B.D., et al. The Relationship between Mortality from Cardiovascular Diseases and Total Drinking Water Hardness: Systematic Review with Meta-Analysis. Foods. 2023. Vol. 12, iss. 17. Art. 3255. doi: 10.3390/foods12173255.

30. Monarca S., Donato F., Zerbini I., Calderon R.L., Craun G.F. Review of epidemiological studies on drinking water hardness and cardiovascular diseases // European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. 2006. Vol. 13, no. 4. P. 495–506. doi: 10.1097/01.hjr.0000214608.99113.5c.

31. Nerbrand C., et al. The influence of calcium and magnesium in drinking water and diet on cardiovascular risk factors in individuals living in hard and soft water areas with differences in cardiovascular mortality. BMC Public Health. 2003. Vol. 3. Art. 21. doi: 10.1186/1471-2458-3-21.

32. Peng H., et al. Strontium in public drinking water and associated public health risks in Chinese cities. Environmental Science and Pollution Research. 2021. Vol. 28. P. 23048–23059. doi: 10.1007/s11356-021-12378-y.

33. Sauvant-Rochat M.-P., Pepin D. Drinking water and cardiovascular disease // Food and Chemical Toxicology. 2002. Vol. 40. P. 1311–1325. doi: 10.1016/S0278-6915(02)00081-9.