



Влияние потребления артезианской воды, подаваемой через систему централизованного водоснабжения, на здоровье населения аридных районов Саратовской области

И.А. Мамонова^{1,2}, Л.П. Эрдниев¹, И.С. Кошелева¹, Д.А. Кузянов¹, В.Н. Долеч¹,
Ю.С. Гусев¹, Н.Е. Комлева^{1,2}, А.Н. Микеров^{1,2}

¹ Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ул. Заречная, зд. 1а, стр. 1, г. Саратов, 410022, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского», ул. Большая Казачья, д. 112, г. Саратов, 410012, Российская Федерация

Резюме

Введение. Согласно данным статистических исследований, более 11 миллионов жителей России используют воду, не соответствующую санитарно-гигиеническим нормам и не прошедшую предварительную водоподготовку. Потребление такой воды может негативно влиять на здоровье населения, создавая риски развития различного рода заболеваний.

Цель исследования: анализ связи между распространенностью болезней органов кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем и потреблением артезианской воды, подаваемой населению через систему централизованной водопроводной сети, в аридных районах Саратовской области.

Материалы и методы. Изучены 127 проб артезианской воды, отобранных из систем централизованной водопроводной сети трех аридных районов Саратовской области за период 2008–2022 гг. Для оценки санитарно-химических показателей воды применяли атомно-абсорбционный спектрометр, фотоэлектрический фотометр, атомно-эмиссионный спектрометр параллельного действия, систему капиллярного электрофореза. Данные о количестве жителей, состоящих под диспансерным наблюдением, получены из базы данных государственного учреждения здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр» г. Саратова. Для статистического анализа использовали программу Statistica 10.

Результаты. В исследуемых образцах артезианской воды определено несоответствие гигиеническим нормативам по показателям общей жесткости (24 ± 3 мг-экв./л), щелочности ($7,5 \pm 0,2$ ед) и общей минерализации (2454 ± 546 мг/л), а также превышение предельно допустимых концентраций солей нитратов (99 ± 23 мг/л), хлоридов (1610 ± 462 мг/л) и сульфатов (753 ± 64 мг/л), ионов марганца (до 11 ПДК), магния (до 8,8 ПДК) и железа (до 10,83 ПДК) и физиологической нормы потребления ионов кальция ($1403,5 \pm 199,5$ мг/сутки). Проведенное исследование позволило установить весьма высокую корреляционную связь ($r = 0,931$, $r^2 = 0,867$, $p < 0,001$) среднесуточного объема потребления артезианской воды населением, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям (показатель Федоровского района – $1,4 \pm 0,01$ л/сутки, Новоузенского района – $0,7 \pm 0,01$ л/сутки, Александрово-Гайского района – $0,1 \pm 0,01$ л/сутки), и средним количеством жителей аридных районов Саратовской области, находящихся под диспансерным наблюдением по причине болезней органов мочеполовой системы (средняя численность взрослого населения страдающих патологией в Федоровском районе – $1266 \pm 64,3$ человека, Новоузенском районе – $1691,4 \pm 107,8$ человека, Александрово-Гайском районе – $758,4 \pm 18,1$ человека).

Выводы. Результаты проведенного исследования указывают на необходимость совершенствования мер, направленных на повышение качества водообеспечения населения аридных регионов, в том числе и на разработку дополнительных мероприятий по проведению предварительной водоподготовки, а также на контроль качества воды, подаваемой потребителю, что позволит предотвратить развитие неблагоприятных последствий для здоровья населения, связанных с хроническим воздействием химических веществ, поступающих в организм с питьевой водой.

Ключевые слова: артезианская вода, питьевая вода, диспансерное наблюдение, мочеполовая система, органы пищеварения, система кровообращения.

Для цитирования: Мамонова И.А., Эрдниев Л.П., Кошелева И.С., Кузянов Д.А., Долеч В.Н., Гусев Ю.С., Комлева Н.Е., Микеров А.Н. Влияние потребления артезианской воды, подаваемой через систему централизованного водоснабжения, на здоровье населения аридных районов Саратовской области // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 1. С. 49–57. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-49-57

Health Effects of Consuming Artesian Water Supplied through the Centralized Distribution Network in the Population of Arid Areas of the Saratov Region

Irina A. Mamonova,^{1,2} Leonid P. Erdniev,¹ Irina S. Kosheleva,¹ Dmitry A. Kuzyanov,¹ Vladimir N. Dolich,¹
Yury S. Gusev,¹ Nataliia E. Komleva,^{1,2} Anatoly N. Mikerov^{1,2}

¹ Saratov Medical Research Center for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 1a Zarechnaya Street, Saratov, 410022, Russian Federation

² Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky,
112 Bolshaya Kazachya Street, Saratov, 410012, Russian Federation

Summary

Introduction: Statistics show that over 11 million Russians use untreated tap water noncompliant with safety standards. Consumption of such water may have adverse human health effects and pose risks of various diseases. The *objective* of this study was to investigate the relationship between consumption of artesian tap water sourced from centrally operated water supply systems in arid areas of the Saratov Region and the prevalence of cardiovascular, urogenital, and digestive diseases in the local population.

Materials and methods: We examined 127 artesian water samples collected from the centralized water supply systems in three arid areas of the Saratov Region in 2008–2022. The water quality was tested by atomic absorption spectrometry, photoelectric photometry, inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, and capillary electrophoresis. Data on the residents receiving follow-up care for genitourinary, digestive, and circulatory diseases were obtained from the Saratov Medical Information and Analytical Center. The Statistica 10 software was used for data analysis.

Results: We observed high levels of total hardness (24 ± 3 mg-equiv./L), alkalinity (7.5 ± 0.2 units), total mineralization ($2,454 \pm 546$ mg/L), nitrate salts (99 ± 23 mg/L), chlorides ($1,610 \pm 462$ mg/L), sulfates (753 ± 64 mg/L), as well as ions of manganese (up to 11 MPC), magnesium (up to 8.8 MPC), and iron (up to 10.83 MPC) in artesian water samples tested showing noncompliance with tap water quality requirements. We also established that daily calcium intake with tap water ($1,403.5 \pm 199.5$ mg/day) exceeded the recommended one. We established a strong correlation ($r = 0.931$, $r^2 = 0.867$, $p < 0.001$) between the mean daily consumption of non-conforming artesian tap water (1.4 ± 0.01 L/day in the Fedorovsky district, 0.7 ± 0.01 L/day in the Novouzensky district, and 0.1 ± 0.01 L/day in the Alexandrovo-Gaysky district) and the proportion of residents of the arid areas of the Saratov Region followed up for diseases of the genitourinary system ($1,266 \pm 64.3$, $1,691.4 \pm 107.8$, and 758.4 ± 18.1 , respectively).

Conclusions: Our findings show the necessity of improving measures aimed at raising the quality of water supply in arid areas, including the development of additional measures for preliminary water treatment, and importance of tap water quality control for prevention of adverse health outcomes related to chronic exposure to waterborne chemicals.

Keywords: artesian water, tap water, follow-up, genitourinary system, digestive organs, circulatory system.

For citation: Mamonova IA, Erdniev LP, Kosheleva IS, Kuzyanov DA, Dolich VN, Gusev YuS, Komleva NE, Mikerov AN. Health effects of consuming artesian water supplied through the centralized distribution network in the population of arid areas of the Saratov Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(1):49–56. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-49-57

Введение. Одним из важнейших условий обеспечения здоровья и благополучия населения является свободный доступ к качественной питьевой воде. В то же время, по имеющимся на сегодня данным, более 11 миллионов жителей России вынуждены использовать для питьевых нужд воду, не соответствующую санитарно-гигиеническим нормам [1–3]. В связи с этим обеспечение безопасного водоснабжения становится одним из приоритетных направлений политики Правительства Российской Федерации. Реализация данного вопроса осуществляется как на федеральном, так и на региональном уровнях в соответствии с указом Президента Российской Федерации от 19.04.2017 № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»¹, а также в рамках национального проекта «Экология» и Федерального проекта «Чистая вода», главной задачей которых является повышение качества питьевой воды.

Проблема снабжения населения качественной питьевой водой весьма актуальна для засушливых территорий нашей страны. Особенностью питьевого водоснабжения в условиях аридного климата является нехватка поверхностных водоисточников, а также их повышенная чувствительность к антропогенной нагрузке, связанная с воздействием целого комплекса метеорологических факторов [4]. Недостаточная увлажненность территорий создает условия для изменения естественного минерального состава воды поверхностных водоисточников, что приводит к увеличению ее загрязнения. Стандартная процедура водоподготовки при этом становится неэффективной. В настоящее время данная проблема особенно остро стоит на следующих территориях Российской Федерации: Республика Дагестан [5], Хакасия [6], Оренбургская [7], Астраханская [8],

Волгоградская [9] и Саратовская [10] области. Для водообеспечения населения здесь наряду с поверхностными водоисточниками используют подземные, представленные артезианскими водами с относительно постоянным химическим составом.

В ряде исследований показано несоответствие основным санитарно-гигиеническим показателям артезианской воды, отобранной в засушливых регионах нашей страны [5–10]. В частности, артезианская вода, исследуемая на аридных территориях северного Дагестана, характеризовалась высоким содержанием мышьяка, кадмия, фенолов и других токсических веществ. Таким образом, около 700 000 человек, проживающих на исследуемой территории, вынуждены использовать эту воду для хозяйственно-питьевых нужд, подвергаясь риску развития целого ряда заболеваний [5]. Эта проблема характерна и для Республики Хакасия, в подземных водах которой постоянно регистрируются превышения предельно допустимой концентрации по содержанию алюминия (от 7 до 13 ПДК), фторидов (до 3 ПДК), а также солей нитратов [6].

В 2017 году доля населения Саратовской области, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, составляла 87,5 %. В соответствии с Указом Президента РФ от 07.05.2018 № 204², к концу 2024 года доля населения, обеспеченная качественной питьевой водой, должна составлять 92,4 %. Однако по области этот показатель в период с 2017 по 2021 год составлял 84,5–87,7 %³, а на ее аридных территориях он не превышал 42,5 %⁴. Таким образом, недостаточность водообеспеченности населения левобережных районов Саратовской области качественной питьевой водой составляла 45 % от имеющихся средних показателей по области и примерно 50 % от целевых.

¹ Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 г. № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года».

² Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

³ Официальные статистические показатели. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 11.11.2023).

⁴ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году по Саратовской области // Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 221 с.

Кроме этого, согласно материалам Государственного доклада⁵, на 2021 год обеспеченность городского населения Саратовской области качественной питьевой водой составляла 95,4 %, сельского населения – 59,3 %. Источниками питьевой водоснабжения сельских жителей являются средние и малые реки внутреннего стока со смешанным питанием (дождевое и снеговое), искусственно пополняемые из Саратовского водохранилища (река Волга), а также подземные артезианские воды, глубина залегания которых варьирует от 80 до 240 метров. Как правило, вода из поверхностных водоисточников используется населением после прохождения процедуры самостоятельной водоподготовки, заключающейся в ее отстаивании, фильтрации и кипячении. В то же время вода из источников артезианского типа, как правило, потребляется населением без проведения предварительной водоподготовки. Постоянное потребление такой воды может способствовать поступлению в организм и накоплению целого ряда химических соединений, что может привести к повышению риска развития целого ряда заболеваний, в том числе органов мочеполовой и пищеварительной систем, а также системы кровообращения [11–20].

Цель исследования – анализ связи между распространенностью болезней органов кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем и потреблением артезианской воды, подаваемой населению аридных районов Саратовской области через систему централизованной водопроводной сети.

Материалы и методы. Обзор имеющегося опыта исследований качества питьевой воды на аридных территориях Российской Федерации проводился на основании анализа литературных источников, опубликованных за последние 5 лет и размещенных в базах данных рецензируемой научной литературы Scopus и РИНЦ. Выбор публикаций осуществлялся по ключевым словам «питьевая вода», «артезианская вода», «водоснабжение населения», «аридные территории».

Материалом для исследования явились 127 проб артезианской воды, подаваемой сельскому населению Федоровского, Новоузенского и Александрово-Гайского районов Саратовской области по системе централизованной водопроводной сети. Выбор районов наблюдения обусловлен их расположением в засушливой (степь) и очень засушливой (сухая степь) зонах по показателю гидротермического коэффициента Селянинова,

значения которого за период с 2008 по 2022 год для Александрово-Гайского района составил $0,27 \pm 0,13$, для Новоузенского района – $0,27 \pm 0,16$, для Федоровского района – $0,42 \pm 0,22$.

Отбор исследуемых проб воды осуществлялся в рамках проводимого социально-гигиенического мониторинга в определенных задачами исследования контрольных точках в период с 2008 по 2022 год в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012⁶. Оценка санитарно-химических показателей образцов воды проводилась на базе Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» с применением титриметрического, спектрофотометрического и электрофоретического методов исследования, а также метода атомно-абсорбционной спектроскопии на следующих приборах: спектрометр атомно-абсорбционный «КВАНТ-З.ЭТА-Т» (ООО «Кортэк», Россия), фотометр фотоэлектрический КФК-3 (АООТ «ЗОМЗ», Россия), атомно-эмиссионный спектрометр параллельного действия ICPE-9800 (Shimadzu Europa GmbH, Германия), система капиллярного электрофореза «Капель-105 М» (ООО «Люмэкс», Россия). Выбор определяемых показателей обусловлен требованиями СанПиН 1.2.3685–21⁷, предъявляемыми к качеству питьевой воды.

Сведения об артезианских скважинах, расположенных на территориях Федоровского, Новоузенского и Александрово-Гайского районов Саратовской области, получены из электронного каталога учетных карточек буровых скважин на воду, находящегося в свободном доступе и размещенного на официальном сайте ФГБУ «Росгеолфонд»⁸. Данные о численности взрослого населения взяты с официальных сайтов администраций Федоровского⁹, Новоузенского¹⁰ и Александрово-Гайского¹¹ районов Саратовской области, а также из интернет-ресурса Федеральной службы государственной статистики¹² и распоряжения Правительства Саратовской области от 4.08.2010 № 237-Пр¹³.

Данные о численности взрослого населения аридных районов Саратовской области, состоящего под диспансерным наблюдением с болезнями системы кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем за период с 2008 по 2021 год, предоставлены Государственным учреждением здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр (МИАЦ)» г. Саратова.

⁵ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году по Саратовской области // Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 255 с.

⁶ ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб.

⁷ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

⁸ ФГБУ «Росгеолфонд». [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rfgf.ru/bur/> (дата обращения: 11.11.2023).

⁹ Официальный сайт администрации Федоровского муниципального района Саратовской области. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://fedormr.ru/kharakteristika-rayona.php> (дата обращения: 11.11.2023).

¹⁰ Официальный сайт администрации Новоузенского муниципального района. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://novouzensk.ru/> (дата обращения: 11.11.2023).

¹¹ Официальный сайт администрации Александрово-Гайского муниципального образования. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://aleksandravogajskoe-r64.gosweb.gosuslugi.ru/> (дата обращения: 11.11.2023).

¹² Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 11.11.2023).

¹³ Распоряжение Правительства Саратовской области от 4.08.2010 № 237-Пр «Об утверждении Плана основных мероприятий по реализации Концепции экологической безопасности Саратовской области на 2010–2020 годы».

Среднесуточный объем потребления артезианской воды на одного жителя рассчитывали по формуле 1:

$$V_{cp} = \frac{A \cdot V_{\text{фн}}}{B}, \quad (1)$$

где V_{cp} – среднесуточный объем потребляемой воды на одного жителя (л/сут.);

$V_{\text{фн}}$ – физиологическая норма суточного водопотребления (л);

A – численность населения, потребляющего артезианскую воду в районе (чел.);

B – общая численность населения района (чел.).

Для статистического анализа применяли программу Statistica 10. Для проверки нормальности распределения данных в выборках, отражающих численность взрослого населения районов, находящегося под диспансерным наблюдением, и среднесуточный объем потребления артезианской воды в районе, использовали W -тест Шапиро – Уилка, коэффициенты асимметрии и эксцесса. При значениях критерия Шапиро – Уилка более чем 0,05 принимали нулевую гипотезу о совпадении распределения наблюдаемых значений в выборках с законом нормального распределения. Для описания данных использовали следующие показатели: среднее арифметическое (M), среднее квадратичное отклонение (SD). Для сравнения независимых выборок использовали t -критерий Стьюдента. Результаты считались значимыми при $p < 0,05$. Для оценки взаимосвязи исследуемых показателей использовали метод корреляционно-регрессионного анализа (при нормальном распределении сопоставляемых показателей). Величину коэффициента корреляции Пирсона (r) выражали в силе связи, используя шкалу Чеддока [21].

Результаты. По данным Росстата в период с 2017 по 2021 год на территории Федоровского, Новоузенского и Александрово-Гайского районов Саратовской области проживало $18528,8 \pm 731,1$, $5757,3 \pm 160,9$ и $15255,7 \pm 226,0$ человека соответственно. Установлено, что в состав муниципальных образований входило 53 сельских поселения, где основными источниками централизованного водоснабжения являлись подземные водоисточники, представленные высокоминерализованными артезианскими водами, которые подаются населению без прохождения процедуры предварительной водоподготовки. Общее количество жителей поселков в Федоровском районе составило $7201,3 \pm 140,2$ человека, в Новоузенском районе – $28675,6 \pm 997,5$ человека, в Александрово-Гайском районе – $538,0 \pm 14,7$ человека.

Известно, что качественный состав подземных вод напрямую зависит от химических свойств ограничивающего их слоя, который стабилен в течение длительного промежутка времени и не зависит от климатических факторов, паводков и осадков [22]. По имеющимся данным, Федоровский, Новоузенский и Александрово-Гайский районы находятся в пределах одного водоносного горизонта с глубиной залегания артезианских вод от 100 до 180 м. Таким образом, это обосновывает правомерность объединения данных санитарно-химических исследований проб воды в трех районах области.

Проведенный анализ проб воды, отобранных из систем централизованной водопроводной сети, расположенных на обследуемых территориях Саратовской области, позволил установить несоответствие качества воды требованиям, определенным СанПиНом 1.2.3685–21 (табл. 1).

Выявлено несоответствие гигиеническим нормативам по показателям мутности (26 ± 8 мг/л), общей

Таблица 1. Химический состав артезианской воды аридных районов Саратовской области
Table 1. The chemical composition of artesian tap water sampled in arid areas of the Saratov Region

Показатель / Chemical	ПДК по СанПиН 1.2.3685–21 / MPC according to SanPiN 1.2.3685–21	Средняя концентрация, мг/дм ³ / Mean concentration, mg/dm ³	Максимальная концентрация, мг/дм ³ / Maximum concentration, mg/dm ³
Аммиак / Ammonia	1,5	$0,46 \pm 0,28$	1,46
Барий / Barium	0,7	$0,104 \pm 0,007$	0,114
Бор / Boron	0,5	$0,147 \pm 0,016$	0,36
Железо / Iron	0,3	$0,57 \pm 0,1$	0,7
Кадмий / Cadmium	0,001	$0,0004 \pm 0,0001$	0,001
Марганец / Manganese	0,1	$0,64 \pm 0,1$	1,1
Мышьяк / Arsenic	0,01	$0,0009 \pm 0,0$	0,0009
Нитраты / Nitrates	45,0	$99,0 \pm 23,0$	120,0
Нитриты / Nitrites	3,0	$0,17 \pm 0,06$	0,271
Свинец / Lead	0,01	$0,003 \pm 0,0$	0,003
Стронций / Strontium	7,0	$1,68 \pm 0,56$	2,5
Сульфаты / Sulfates	500,0	$753,0 \pm 64,0$	1320,0
Фториды / Fluorides	1,5	$0,43 \pm 0,37$	0,87
Хлориды / Chlorides	350,0	$1610,0 \pm 462,0$	1800,0
Цинк / Zinc	5,0	$0,041 \pm 0,086$	0,6
Магний / Magnesium	50,0	$223,0 \pm 65,0$	356,0
Калий / Potassium	30,0	$5,486 \pm 3,715$	13,6
Кальций* / Calcium*	-	$401,0 \pm 57,0$	776,0

Примечание: * – физиологическая норма потребления 500–1200 мг/сут.

Notes: * recommended daily intake = 500–1,200 mg/day; MPC, maximum permissible concentration.

https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-1-49-57
Original Research Article

жесткости (24 ± 3 мг-экв/л), щелочности ($7,5 \pm 0,2$ ед.), общей минерализации (2454 ± 546 мг/л). Установлено превышение предельно допустимых концентраций содержания солей нитратов (99 ± 23 мг/л), хлоридов (1610 ± 462 мг/л) и сульфатов (753 ± 64 мг/л). Также в отобранных образцах воды были зарегистрированы высокие значения присутствия ионов марганца (до 11 ПДК), железа (до 10,83 ПДК) и магния (до 8,8 ПДК). Установленное содержание ионов кальция в воде не соответствует физиологической норме потребления ($500\text{--}1200$ мг/сут.), установленной для взрослого человека. При употреблении $3,5$ л/сут. артезианской воды поступление ионов кальция в организм составит примерно $1403,5 \pm 199,5$ мг/сут.

Исходя из данных о численности населения и физиологической норме потребления питьевой воды ($3,5$ л), рассчитан среднесуточный объем потребления артезианской воды на одного жителя района (формула 1) и проанализирована средняя численность населения, находящегося под диспансерным наблюдением с болезнями органов кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем в период с 2017 по 2021 г. (табл. 2).

Выявлено, что наибольшая доля взрослого населения, состоявшего под диспансерным наблюдением с болезнями мочеполовой системы, проживала на территории Федоровского района и составляла $6,8 \pm 0,4$ % от общей численности его жителей. В Новоузенском и Александрово-Гайском районах области этот показатель определялся на уровне $5,9 \pm 0,4$ % ($p < 0,01$) и $5,0 \pm 0,1$ % ($p < 0,001$) соответственно.

Наибольшая доля взрослого населения, состоящая под диспансерным наблюдением с болезнями органов пищеварительной системы, проживала в Новоузенском районе и составляла $4,4 \pm 0,6$ % от общего числа жителей. В Федоровском районе

этот показатель был ниже и определялся на уровне $4,0 \pm 0,1$ %. При этом следует отметить отсутствие статистически значимых различий показателя в этих районах, однако установлено статистически значимое снижение его значения для населения Александрово-Гайского района по сравнению с Федоровским ($p < 0,05$) и Новоузенским ($p < 0,01$) районами области.

Преобладающее количество жителей, числящихся под диспансерным наблюдением по причине наличия болезней системы кровообращения, проживало в Новоузенском районе Саратовской области и составляло $13,9 \pm 2,5$ %, наименьшее – в Федоровском ($11,1 \pm 0,4$ %) и Александрово-Гайском ($10,7 \pm 1,2$ %) районах. Статистически значимых различий между этим показателем в Федоровском и Александрово-Гайском районах области не выявлено.

Среднесуточный объем потребления артезианской воды населением Федоровского района статистически выше Новоузенского и Александрово-Гайского районов ($p < 0,001$). Кроме того, определено, что водопотребление артезианской воды у жителей Новоузенского района выше, чем у населения Александрово-Гайского района ($p < 0,001$).

Проанализирована связь количества лиц (% от общей численности населения в районе), находящихся под диспансерным наблюдением с болезнями органов кровообращения, мочеполовой и пищеварительной систем и среднесуточного объема потребления артезианской воды населением аридных районов Саратовской области, подаваемой через систему централизованной водопроводной сети.

Выявлена весьма высокая связь ($r = 0,931$, $r^2 = 0,867$, $p < 0,001$) между среднесуточным объемом потребления артезианской воды населением и количеством жителей аридных районов Саратовской области, состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями мочеполовой системы. Наблюдаемая

Таблица 2. Средняя численность населения, состоящего под диспансерным наблюдением, и среднесуточный объем потребления артезианской воды в аридных районах Саратовской области

Table 2. Adults receiving follow-up care and the daily volume of artesian water consumption in arid areas of the Saratov Region

Муниципальный район / Municipal district	Среднесуточный объем потребления артезианской воды, л/сут / Mean artesian water consumption, L/day	Средняя численность взрослого населения, состоящего под диспансерным наблюдением в период с 2017 по 2021 год (% от общей численности населения в районе) / Adults receiving follow-up care in 2017–2021 (% of the total district population)		
		болезни мочеполовой системы / diseases of the genitourinary system (N00–99)	болезни органов пищеварения / diseases of the digestive system (K00–K92)	болезни системы кровообращения / diseases of the circulatory system (I00–I99)
Федоровский / Fedorovsky	$1,4 \pm 0,01$	$1266,0 \pm 64,3$ ($6,8 \pm 0,4$ %)	$735,6 \pm 11,1$ ($4,0 \pm 0,1$ %)	$2060,6 \pm 35,9$ ($11,1 \pm 0,4$ %)
Новоузенский / Novouzensky	$0,7 \pm 0,01$	$1691,4 \pm 107,8$ ($5,9 \pm 0,4$ %)	$1252,8 \pm 135,7$ ($4,4 \pm 0,6$ %)	$3957,6 \pm 559,4$ ($13,9 \pm 2,5$ %)
Александрово-Гайский / Alexandrovo-Gaysky	$0,1 \pm 0,01$	$758,4 \pm 18,1$ ($4,9 \pm 0,1$ %)	$500,6 \pm 87,5$ ($3,3 \pm 0,5$ %)	$1627,0 \pm 211,2$ ($10,7 \pm 1,2$ %)
	$p_1 < 0,001$; $p_2 < 0,001$; $p_3 < 0,001$	$p_1 < 0,010$; $p_2 < 0,001$; $p_3 < 0,001$; $r = 0,931$, $r^2 = 0,867$, $A = 3,5$ %, $p < 0,001$	$p_2 < 0,05$; $p_3 < 0,01$; $r = 0,437$; $r^2 = 0,191$; $A = 12,2$ %, $p > 0,05$	$p_1 < 0,05$; $p_3 < 0,05$ $r = -0,096$, $r^2 = 0,009$; $A = 14,0$ %, $p > 0,05$

Примечание: p – уровень статистической значимости для t -критерия Стьюдента; r – коэффициент корреляции Пирсона, связывающий показатель объема водопотребления со средним числом взрослого населения, состоящего под диспансерным наблюдением; r^2 – коэффициент детерминации; A – средняя ошибка аппроксимации; p – уровень статистической значимости различий; p_1 – Федоровский и Новоузенский район; p_2 – Федоровский и Александрово-Гайский район; p_3 – Новоузенский и Александрово-Гайский район.

Notes: p – the level of statistical significance for the Student's t -test; r – Pearson's correlation coefficient linking the the volume of water consumption with the mean number of adults receiving follow-up care; r^2 – coefficient of determination; A – average approximation error; p – the level of statistical significance of differences between: p_1 – Fedorovsky and Novouzensky districts; p_2 – Fedorovsky and Alexandrovo-Gaysky districts; p_3 – Novouzensky and Alexandrovo-Gaysky districts.

зависимость описана уравнением парной линейной регрессии (2):

$$\text{БМПС} = 4,80005 + 1,50412 \cdot \text{ОСП}, \quad (2)$$

где: БМПС – число жителей, состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями мочеполовой системы (%), ОСП – среднесуточный объем потребления артезианской воды населением (л/чел.).

Определена умеренная связь ($r = 0,437$, $r^2 = 0,191$) количества лиц, состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями пищеварительной системы, и среднесуточным объемом потребления артезианской воды населением. Однако отсутствие статистической значимости ($p > 0,05$) указывает на то, что среднесуточный объем потребления артезианской воды не имеет связи с количеством жителей, находящихся под диспансерным наблюдением, а также на наличие не включенных в исследование факторов, которые могут влиять на возникновение изучаемого эффекта.

Корреляционной связи между среднесуточным потреблением артезианской воды населением и количеством жителей аридных районов Саратовской области, состоящих под диспансерным наблюдением с болезнями органов пищеварения, не установлено ($r < 0,1$).

Обсуждение. Проведенный ретроспективный анализ санитарно-химических показателей проб артезианской воды, отобранных из скважин централизованного водоснабжения населения Федоровского, Новоузенского и Александрово-Гайского районов Саратовской области, позволил определить несоответствие подаваемой воды санитарно-гигиеническим нормативам. В частности, были зафиксированы высокие значения показателей общей минерализации и общей жесткости, а также избыточное содержание солей хлоридов, ионов марганца, бора и магния, что может быть связано с геологическими особенностями почв. Сосредоточение глинистого горизонта в верхней части геологического разреза затрудняет проникновение поверхностной и атмосферной влаги в подземные воды, что способствует повышению их минерализации [22]. Значения показателя общей жесткости ($24,0 \pm 3,0$ мг-экв/л) позволяют охарактеризовать воду, отобранную из исследуемых скважин, как жесткую. Содержание ионов Ca^{2+} в питьевой воде в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21 не нормируется. Однако в СанПиН 2.1.4.1116–02¹⁴ указаны допустимые гигиенические нормы содержания ионов магния, кальция и показателя общей жесткости для бутилированной воды. В исследуемых образцах ионы кальция определялись в количестве 401 ± 57 мг/л, что более чем в 3 раза выше рекомендованных нормативом требований. Кроме того, концентрация ионов кальция в артезианской воде превышала физиологическую норму его потребления (500–1200 мг/сут.) для взрослого человека. При употреблении 3,5 л/сут. артезианской воды поступление ионов кальция в организм составляло примерно $1403,5 \pm 199,5$ мг/сут.

В ранее проведенных исследованиях [2, 23, 24] выявлена взаимосвязь между минеральным составом потребляемой питьевой воды и здоровьем населения. В частности, в работе Зайцевой Н.В. и соавт. (2019) показано, что повышенное содержание в питьевой воде химических соединений может оказывать неблагоприятные эффекты на органы мочеполовой, пищеварительной, костно-мышечной, иммунной и сердечно-сосудистой систем, а также на кожные покровы и подкожную клетчатку человека [2].

В результате проведенного нами исследования выявлена весьма высокая корреляционная связь ($r > 0,9$) среднесуточного объема потребления артезианской воды из систем централизованной водопроводной сети в аридных районах Саратовской области с числом взрослого населения, состоящего под диспансерным наблюдением с болезнями органов мочеполовой системы ($r = 0,931$, $r^2 = 0,867$, $p < 0,001$). В ряде научных работ показано, что избыточное содержание ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} и Fe^{3+} в питьевой воде негативно влияет на выделительную функцию мочеполовой системы человека, что проявляется в морфологических и функциональных изменениях почек, в частности клубочков нефронов, и сопровождается нарушением осморегуляции, приводящей к уменьшению диуреза, связанного с повышением поглощения жидкости почечными канальцами, и увеличению выделения осмотически активных веществ с мочой [25–31].

Полученная в результате проведенного исследования статистическая модель позволяет прогнозировать количество жителей с болезнями органов мочеполовой системы, которые подлежат диспансерному наблюдению. Так, увеличение потребления артезианской воды из систем централизованной водопроводной сети, не соответствующей санитарно-химическим нормам, на 1 литр относительно каждого жителя района, может вызвать увеличение числа населения, стоящего под диспансерным наблюдением, на $6,3 \pm 0,01$ %.

Выводы

1. Проведенное исследование позволило установить весьма высокую корреляционную связь ($r > 0,9$) среднесуточного объема потребления артезианской воды, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям, и средним количеством жителей аридных районов Саратовской области, находящихся под диспансерным наблюдением по причине болезней органов мочеполовой системы ($r = 0,931$, $r^2 = 0,867$, $p < 0,001$).

2. Результаты проведенного исследования указывают на необходимость совершенствования мер, направленных на повышение качества водоснабжения населения аридных регионов, в том числе и на разработку дополнительных мероприятий по проведению предварительной водоподготовки, а также на контроль качества воды, подаваемой потребителю, что позволит предотвратить развитие неблагоприятных последствий для здоровья населения, связанных с хроническим воздействием химических веществ, поступающих в организм с питьевой водой.

¹⁴ СанПиН 2.1.4.1116–02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.03.2002 № 12.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Соколов Ю.И. Риски самого ценного ресурса планеты // Проблемы анализа риска. 2020. № 1. С. 10–23. doi: 10.32686/1812-5220-2020-17-1-10-23
- Зайцева Н.В., Сбоев А.С., Клейн С.В., Вековщина 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
- Клейн С.В., Вековщина С.А. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения // Анализ риска здоровью. 2020. № 3. С. 49–60. doi: 10.21668/health.risk/2020.3.06
- Болахан В.Н., Субботина Т.И., Кривцов А.В., Сороколетова Е.Ф., Ищук Ю.В. История контроля качества воды в России. К 150-летию первой земской санитарной станции и 100-летию создания Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2023. Т. 102. № 1. С. 93–98. doi:10.47470/0016-9900-2023-102-1-93-98
- Абдулмуталимова Т.О., Рамазанов О.М., Алхасов А.Б., Газалиев И.М. Оценка качества подземных вод, используемых в хозяйственно-питьевых целях в республике Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2023. № 2 (67). doi: 10.18470/1992-1098-2023-2-92-101
- Хрущева М.О., Дутова Е.М., Тишин П.А., Никитенков А.Н., Чернышов А.И., Архипов А.Л. Минералогические особенности осадков соленого озера Усколь (Республика Хакасия) // Геосферные исследования. 2021. № 2. С. 29–43. doi: 10.17223/25421379/19/3
- Мязина Н.Г., Савилова Е.Б. Экологическое значение качества источников родниковых вод хозяйственно-питьевого назначения для человека на примере районов Оренбургской области // Вестник Пермского университета. Геология. 2023. Т. 22. № 3. С. 288–295. doi: 10.17072/psu.geol.22.3.288
- Токарева А.А., Кутлусурина Г.В., Аронова Ю.С. Роль подземных и поверхностных вод аридной зоны в преобразованиях природных комплексов на примере Астраханской области // Проблемы региональной экологии. 2019. № 1. С. 78–83. doi:10.24411/1728-323X-2019-11078
- Тихонова М.К., Медведева Л.Н. Организация биосферного мониторинга на внутренних водоемах юга России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 524–534. doi: 10.32786/2071-9485-2022-04-61
- Федюнина Т.В., Никишанов А.Н. эффективность водорослевого мониторинга поселений левобережной зоны Саратовской области // International agricultural journal. 2023. № 3. С. 506–520. doi 10.55186/25876740_2023_7_3_1
- Morais VHT, de Luna Filho RLC, Dos Santos JA Jr, et al. Use of *Biomphalaria glabrata* as a bioindicator of groundwater quality under the influence of NORM. *J Environ Radioact.* 2022;242:106791. doi: 10.1016/j.jenvrad.2021.106791
- Helte E, Säve-Söderbergh M, Larsson SC, Åkesson A. Calcium and magnesium in drinking water and risk of myocardial infarction and stroke – a population-based cohort study. *Am J Clin Nutr.* 2022;116(4):1091-1100. doi: 10.1093/ajcn/nqac186
- Schullehner J, Hansen B, Thygesen M, Pedersen CB, Sigsgaard T. Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study. *Int J Cancer.* 2018;143(1):73-79. doi: 10.1002/ijc.31306
- Ahmed J, Wong LP, Chua YP, et al. Heavy metals drinking water contamination and health risk assessment among primary school children of Pakistan. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2021;56(6):667-679. doi: 10.1080/10934529.2021.1915653
- Рисник Д.В. Барабаш А.Л. Связь заболваемости населения Тамбовской области с минеральным составом питьевых артезианских вод // Микроэлементы в медицине. 2019. Т. 20. № 2. С. 28–38. doi: 10.19112/2413-6174-2019-20-2-28-38
- Михайлова Л.А., Витковский Ю.А., Бондаревич Е.А. и др. Гигиеническая оценка качества воды подземных и поверхностных водоисточников Забайкальского края // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 3 (324). С. 27–32. doi: 10.35627/2219-5238/2020-324-3-27-32
- Houck KM, Terán E, Ochoa J, et al. Drinking water improvements and rates of urinary and gastrointestinal infections in Galápagos, Ecuador: Assessing household and community factors. *Am J Hum Biol.* 2020;32(1):e23358. doi: 10.1002/ajhb.23358
- Nagy J, Sipka S, Sipka S Jr, Kocsis J, Horváth Z. The hardness of drinking water negatively while socio-economic deprivation positively correlate with the age-adjusted mortality rates due to cardiovascular diseases in Hungarian wine regions. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(18):3437. doi: 10.3390/ijerph16183437
- Chen Z, Liao X, Yang Y, et al. Analysis of rainwater storage and use recommendations: From the perspective of DBPs generation and their risks. *J Hazard Mater.* 2023;448:130833. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.130833
- Wolf J, Johnston RB, Ambelu A, et al. Burden of disease attributable to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene in domestic settings: A global analysis for selected adverse health outcomes. *Lancet.* 2023;401(10393):2060-2071. doi: 10.1016/S0140-6736(23)00458-0
- Петри А., Сэбин К. Наглядная медицинская статистика: учеб. пособие / под ред. В. П. Леонова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 216 с.
- Клычев Н.В., Гонтарев В.В., Цуркан С.Я., Воронков И.Р. Особенности распространения, условия формирования и практическое использование подземных вод для разных целей на территории Саратовской области // Недра Поволжья и Прикаспия. 2022. № 105. С. 49–65. doi:10.24412/1997-8316-2022-105-49-66
- Davoudi M, Barjasteh-Askari F, Sarmadi M, et al. Relationship of fluoride in drinking water with blood pressure and essential hypertension prevalence: A systematic review and meta-analysis. *Int Arch Occup Environ Health.* 2021;94(6):1137-1146. doi: 10.1007/s00420-021-01714-x
- Theisen CF, Wodschow K, Hansen B, et al. Drinking water magnesium and cardiovascular mortality: A cohort study in Denmark, 2005–2016. *Environ Int.* 2022;164:107277. doi: 10.1016/j.envint.2022.107277
- Трофимович Е.М., Недовесова С.А., Айзман Р.И. Экспериментальная гигиеническая оценка содержания кальция, магния в питьевой воде и уровня ее жесткости // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 8. С. 811–819. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-8-811-819
- Недовесова С.А., Лошенко В.И., Сахаров А.В., Айзман Р.И. Морфофункциональная характеристика почек крысы при потреблении питьевой воды с повышенной жесткостью // Ульяновский медико-биологический журнал. 2020. № 3. С. 441–446. doi: 10.34014/2227-1848-2020-3-142-149
- Liyanage DND, Diyabalanage S, Dunuweera SP, Rajapakse S, Rajapakse RMG, Chandrajith R. Significance of Mg-hardness and fluoride in drinking water on chronic kidney disease of unknown etiology in Monaragala, Sri Lanka. *Environ Res.* 2022;203:111779. doi: 10.1016/j.envres.2021.111779
- Рахматуллина Л.Р., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р. Оценка риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды (на примере нефтяных районов Республики Башкортостан) // Анализ риска здоровью. 2021. № 2. С. 33–40. doi: 10.21668/health.risk/2021.2.03
- Иванютин Н.М., Подовалова С.В., Джапарова А.М. Интегральная оценка питьевых вод из подземных источников бассейна реки Салгир // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 5. С. 493–502. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-5-493-502
- Naser AM, Rahman M, Unicomb L, et al. Drinking water salinity, urinary macro-mineral excretions, and blood pressure in the southwest coastal population of

Bangladesh. *J Am Heart Assoc.* 2019;8(9):e012007. doi: 10.1161/JAHA.119.012007

REFERENCES

- Sokolov Yul. Risks of the planet's most valuable resource. *Problemy Analiza Riska.* 2020;17(1):10-23. (In Russ.) doi: 10.32686/1812-5220-2020-17-1-10-23
- Zaitseva NV, Sboev AS, Kleyn SV, Vekovshinina SA. Drinking water quality: Health risk factors and efficiency of control and surveillance activities by Rospotrebnadzor. *Health Risk Analysis.* 2019;(2):44-55. doi: 10.21668/health.risk/2019.2.05.eng
- Kleyn SV, Vekovshinina SA. Priority risk factors related to drinking water from centralized water supply system that create negative trends in population health. *Health Risk Analysis.* 2020;(3):48-59. doi: 10.21668/health.risk/2020.3.06.eng
- Bolechan VN, Subbotina TI, Krivtsov AV, Sorokoletova YeF, Ishchuk YuV. Historical aspects of water quality control in Russia. To the 150th anniversary of the first Zemstvo sanitary station and the 100th anniversary of the establishment of the State sanitary epidemiological service (literature review). *Gigiena i Sanitariya.* 2023;102(1):93-98. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-1-93-98
- Abdulmutalimova TO, Ramazanov OM, Alhasov AB, Gazaliev IM. The assessment of quality of groundwater used for drinking by the population of the Republic of Dagestan, Russia. *Yug Rossii: Ekologiya, Razvitie.* 2023;18(2(67)):92-101. (In Russ.) doi: 10.18470/1992-1098-2023-2-92-101
- Khrushcheva MO, Dutova EM, Tishin PA, Nikitenkov AN, Chernyshov AI, Arkhipov AL. Mineralogical characteristics of Uskol lake sediments (Republic of Khakassia). *Geosfernye Issledovaniya.* 2021;(2):29-43. (In Russ.) doi: 10.17223/25421379/19/3
- Myazina NG, Savilova EB. Ecological significance of the quality of spring water sources for humans domestic and drinking purposes on an example of the Orenburg region. *Vestnik Permskogo Universiteta. Geologiya.* 2023;22(3):288-295. (In Russ.) doi: 10.17072/psu.geol.22.3.288
- Tokareva AA, Kutlusurina GV, Aronova YS. The role of surface and ground water of the arid zone in the transformation of natural complexes: A case study of the Astrakhan Region. *Problemy Regional'noy Ekologii.* 2019;(1):78-84. (In Russ.) doi: 10.24411/1728-323X-2019-11078
- Tikhonova MK, Medvedeva LN. Organization of biosphere monitoring in the internal water bodits of the South of Russia. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2022;(4(68)):523-534. (In Russ.) doi: 10.32786/2071-9485-2022-04-61
- Fedyunina TV, Nikishanov AN. Efficiency of water supply to rural settlements of the left-bank zone of the Saratov region. *International Agricultural Journal.* 2023;(3):506-520. (In Russ.) doi: 10.55186/25876740_2023_7_3_1
- Morais VHT, de Luna Filho RLC, Dos Santos JA Jr, et al. Use of *Biomphalaria glabrata* as a bioindicator of groundwater quality under the influence of NORM. *J Environ Radioact.* 2022;242:106791. doi: 10.1016/j.jenvrad.2021.106791
- Helte E, Säve-Söderbergh M, Larsson SC, Åkesson A. Calcium and magnesium in drinking water and risk of myocardial infarction and stroke – a population-based cohort study. *Am J Clin Nutr.* 2022;116(4):1091-1100. doi: 10.1093/ajcn/nqac186
- Schullehner J, Hansen B, Thygesen M, Pedersen CB, Sigsgaard T. Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study. *Int J Cancer.* 2018;143(1):73-79. doi: 10.1002/ijc.31306
- Ahmed J, Wong LP, Chua YP, et al. Heavy metals drinking water contamination and health risk assessment among primary school children of Pakistan. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2021;56(6):667-679. doi: 10.1080/10934529.2021.1915653
- Risnik DV, Barabash AL. Association between the mineral composition of artesian drinking water and the morbidity of the Tambov region population. *Mikroelementy v Meditsine.* 2019;20(2):28-38. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2019-20-2-28-38
- Mikhailova LA, Vitkovsky YuA, Bondarevich EA, et al. Hygienic assessment of surface and groundwater quality in the Zabaykalsky Krai. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2020;(3(324)):27-32. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-324-3-27-32
- Houck KM, Terán E, Ochoa J, et al. Drinking water improvements and rates of urinary and gastrointestinal infections in Galápagos, Ecuador: Assessing household and community factors. *Am J Hum Biol.* 2020;32(1):e23358. doi: 10.1002/ajhb.23358
- Nagy J, Sipka S, Sipka S Jr, Kocsis J, Horváth Z. The hardness of drinking water negatively while socio-economic deprivation positively correlate with the age-adjusted mortality rates due to cardiovascular diseases in Hungarian wine regions. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(18):3437. doi: 10.3390/ijerph16183437
- Chen Z, Liao X, Yang Y, et al. Analysis of rainwater storage and use recommendations: From the perspective of DBPs generation and their risks. *J Hazard Mater.* 2023;448:130833. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.130833
- Wolf J, Johnston RB, Ambelu A, et al. Burden of disease attributable to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene in domestic settings: A global analysis for selected adverse health outcomes. *Lancet.* 2023;401(10393):2060-2071. doi: 10.1016/S0140-6736(23)00458-0
- Petri A, Sabin C; Leonov VP, ed. *Medical Statistics at a Glance.* 3rd ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2015. (In Russ.)
- Clychev N, Gontarev V, Tsurkan S, Voronkov I. Features of distribution, conditions of formation and practical use of groundwater for different purposes in the territory of the Saratov region. *Nedra Povolzh'ya i Prikaspiya.* 2022;(105):49-66. (In Russ.) doi: 10.24412/1997-8316-2022-105-49-66
- Davoudi M, Barjasteh-Askari F, Sarmadi M, et al. Relationship of fluoride in drinking water with blood pressure and essential hypertension prevalence: A systematic review and meta-analysis. *Int Arch Occup Environ Health.* 2021;94(6):1137-1146. doi: 10.1007/s00420-021-01714-x
- Theisen CF, Wodschow K, Hansen B, et al. Drinking water magnesium and cardiovascular mortality: A cohort study in Denmark, 2005–2016. *Environ Int.* 2022;164:107277. doi: 10.1016/j.envint.2022.107277
- Trofimovich EM, Nedovesova SA, Aizman RI. Experimental hygienic estimation of calcium and magnesium concentrations in drinking water, and its hardness. *Gigiena i Sanitariya.* 2019;98(8):811-819. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-8-811-819
- Nedovesova SA, Loshenko VI, Sakharov AV, Ayzman RI. Morphofunctional characteristics of kidneys in rats drinking limewater. *Ul'yanovskiy Mediko-Biologicheskii Zhurnal.* 2020;(3):142-149. (In Russ.) doi: 10.34014/2227-1848-2020-3-142-149
- Liyanage DND, Diyabalanage S, Dunuweera SP, Rajapakse S, Rajapakse RMG, Chandrajith R. Significance of Mg-hardness and fluoride in drinking water on chronic kidney disease of unknown etiology in Monaragala, Sri Lanka. *Environ Res.* 2022;203:111779. doi: 10.1016/j.envres.2021.111779
- Rakhmatullina LR, Suleymanov RA, Valeev TK, Baktybaeva ZB, Rakhmatullin NR. Assessing health risks associated with drinking water quality (on the example of regions in Bashkortostan where oil fields are located). *Health Risk Analysis.* 2021;(2):34-41. doi: 10.21668/health.risk/2021.2.03.eng
- Ivanyutin NM, Podovalova SV, Dzhaparova AM. Integral assessment of drinking water from underground sources of the Salgir river basin. *Gigiena i Sanitariya.* 2022;101(5):493-502. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-5-493-502
- Naser AM, Rahman M, Unicomb L, et al. Drinking water salinity, urinary macro-mineral excretions, and blood pressure in the southwest coastal population of Bangladesh. *J Am Heart Assoc.* 2019;8(9):e012007. doi: 10.1161/JAHA.119.012007

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-1-49-57>
Original Research Article

Сведения об авторах:

✉ **Мамонова Ирина Александровна** – к.б.н., научный сотрудник лаборатории химико-биологического мониторинга качества воды Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, старший преподаватель кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского»; e-mail: mamonova.83@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3941-4334>.

Эрдниев Леонид Петрович – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории химико-биологического мониторинга качества воды Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора; e-mail: leonid-erdniev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5187-7361>.

Косшелева Ирина Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории химико-биологического мониторинга качества воды Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора; e-mail: irishka-kosheleva@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1992-5305>.

Кузьянов Дмитрий Андреевич – младший научный сотрудник лаборатории химико-биологического мониторинга качества воды Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора; e-mail: dimakuzyanov2000@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5070-4431>.

Доллич Владимир Николаевич – младший научный сотрудник отдела медико-профилактических и инновационных технологий Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: vndolich@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8980-5117>.

Гусев Юрий Сергеевич – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории химико-биологического мониторинга качества воды Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора; e-mail: yuran1989@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7379-484X>.

Комлева Наталия Евгеньевна – д.м.н., заместитель руководителя по научной работе, заведующая отделом медико-профилактических и инновационных технологий Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: nekomleva@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4099-9368>.

Микеров Анатолий Николаевич – д.б.н., руководитель Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, профессор кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского»; e-mail: mikerv@smncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0670-7918>.

Информация о вкладе авторов: написание текста, интерпретация результатов: *Мамонова И.А.*; концепция и дизайн исследования: *Эрдниев Л.П., Гусев Ю.С., Комлева Н.Е.*; сбор и обработка материалов исследования: *Косшелева И.С., Кузьянов Д.А., Доллич В.Н.*; утверждение и редакция окончательного варианта статьи: *Микеров А.Н.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по биоэтической этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 05.07.23 / Принята к публикации: 10.01.24 / Опубликована: 31.01.24

Author information:

✉ **Irina A. Mamonova**, Cand. Sci. (Biol.), Research Fellow, Laboratory of Chemical and Biological Monitoring of Water Quality, Saratov Medical Research Centre for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; Senior Lecturer, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky; e-mail: mamonova.83@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3941-4334>.

Leonid P. Erdniev, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Chemical and Biological Monitoring of Water Quality, Saratov Medical Research Centre for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: leonid-erdniev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5187-7361>.

Irina S. Kosheleva, Junior Researcher, Laboratory of Chemical and Biological Monitoring of Water Quality, Saratov Medical Research Centre for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: irishka-kosheleva@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1992-5305>.

Dmitry A. Kuzyanov, Junior Researcher, Laboratory of Chemical and Biological Monitoring of Water Quality, Saratov Medical Research Centre for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: dimakuzyanov2000@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5070-4431>.

Vladimir N. Dolich, Junior Researcher, Department of Preventive Medicine and Innovative Technologies, Saratov Medical Research Center for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: vndolich@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8980-5117>.

Yury S. Gusev, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Chemical and Biological Monitoring of Water Quality, Saratov Medical Research Centre for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: yuran1989@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7379-484X>.

Natalia E. Komleva, Dr. Sci. (Med.), Deputy Director for Research, Head of the Department of Preventive Medicine and Innovative Technologies, Saratov Medical Research Center for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: nekomleva@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4099-9368>.

Anatoly N. Mikerov, Dr. Sci. (Biol.), Head of the Saratov Medical Research Center for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; Professor, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky; e-mail: mikerv@smncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0670-7918>.

Author contributions: study conception and design: *Erdniev L.P., Gusev Yu.S., Komleva N.E.*; data collection and analysis: *Kosheleva I.S., Kuzyanov D.A., Dolich V.N.*; interpretation of results, draft manuscript preparation: *Mamonova I.A.*; approval and revision of the final version of the manuscript: *Mikerov A.N.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: July 5, 2023 / Accepted: January 10, 2023 / Published: January 31, 2024