

Читать
онлайн
Read
onlineТрифонова Т.А.^{1,2}, Селиванов О.Г.², Марцев А.А.², Курбатов Ю.Н.²

Гигиеническая оценка содержания железа в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения Владимирской области

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119991, Москва, Россия;²ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», 600000, Владимир, Россия

Введение. Одной из важнейших задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия Владимирской области остаётся снабжение её населения качественной питьевой водой. Жители региона в основном потребляют воду подземных источников, которая характеризуется повышенным содержанием железа. Авторами исследования проведена гигиеническая оценка воды хозяйственно-питьевых источников для определения содержания данного элемента.

Материалы и методы. В работе представлены данные собственных исследований кафедры биологии и экологии ВлГУ за 2022 г. За указанный период авторами работы исследовано 116 проб воды хозяйственно-питьевого централизованного и нецентрализованного водоснабжения Владимирской области. Пробы отбирали в наиболее крупных населённых пунктах (районные центры, областной город и крупные населённые пункты районов) и из питьевых водоемков индивидуальных хозяйств, расположенных в различных районах области. Содержание железа в воде определяли на спектрофотометре Hach Lange DR 6000 с использованием кюветных тестов LCK521 и LCK320.

Результаты. Установлено, что питьевая вода централизованного водоснабжения Владимирской области по содержанию железа в большинстве административных центров соответствует нормативным требованиям и безопасна по данному показателю для здоровья проживающего населения. Большая часть проб воды, отобранных из нецентрализованных источников водоснабжения, имела значительные превышения нормативных значений. Среднее превышение ПДК по региону – 6,5 раза, что связано прежде всего со спецификой геохимического состава водовмещающих пород данных территорий.

Ограничения исследования связаны с количеством изученных проб воды, что снижает возможность интерполяции полученных данных на всю территорию региона.

Заключение. Для обеспечения населения качественной питьевой водой органам местного самоуправления, не имеющим достаточных средств для приобретения очистных станций обезжелезивания, необходимо инициировать процедуру подачи заявок на получение субсидий в рамках действующих государственных программ для реализации мероприятий по строительству, реконструкции и модернизации систем водоснабжения. Жителям региона рекомендуется использовать бытовые фильтры доочистки воды от тех компонентов, которые характерны для подземных вод данных территорий.

Ключевые слова: Владимирская область; хозяйственно-питьевая вода; централизованное и нецентрализованное водоснабжение; железо; здоровье населения

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Трифонова Т.А., Селиванов О.Г., Марцев А.А., Курбатов Ю.Н. Гигиеническая оценка содержания железа в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения Владимирской области. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(10): 1035–1042. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-10-1035-1042> <https://elibrary.ru/kjlila>

Для корреспонденции: Марцев Антон Андреевич, доцент, канд. биол. наук, доцент каф. биологии и экологии ВлГУ, 600000, Владимир. E-mail: MartsevAA@yandex.ru

Участие авторов: Трифонова Т.А. – концепция и дизайн исследования, итоговое оформление; Селиванов О.Г. – сбор материала и обработка данных, написание текста; Марцев А.А. – сбор материала и статистическая обработка данных, написание текста; Курбатов Ю.Н. – лабораторные исследования. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 17.05.2023 / Принята к печати: 26.09.2023 / Опубликована: 20.11.2023

Tat'yana A. Trifonova^{1,2}, Oleg G. Selivanov², Anton A. Martsev², Yuriy N. Kurbatov²

Hygienic assessment of iron content in the sources of household and drinking water supply of the Vladimir region

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russian Federation²Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, 600000, Russian Federation

Introduction. One of the most important tasks for ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population of the Vladimir region remains the provision of high-quality drinking water. Due to the fact that most of the population of the region consumes water from underground sources, which is characterized by an increased iron content, a hygienic assessment of the water of household drinking sources was carried out according to the content of this element.

Materials and methods. The paper presents the data of own research of the Department of Biology and Ecology of the Vladimir State University for 2022. During this period, the authors of the work investigated about one hundred nine samples of water from the household and drinking centralized and non-centralized water supply of the Vladimir region. Water samples were taken in the largest settlements (these are district centers, a regional city and large district settlements) and from drinking water sources of individual farms located in the territory of the region in various districts. The iron content in water was determined on a Hach Lange DR 6000 spectrophotometer using LCK521 and LCK320 cuvette tests.

Results. Drinking water of the centralized water supply of the Vladimir region in terms of iron content in most administrative centers has been established to meet regulatory requirements and be safe for this indicator for the health of the resident population. Most of the water samples taken from non-centralized water supply sources have significant exceedances of regulatory values. The average excess of MPC in the region is 6.5 times, which is primarily due to the specifics of geochemical the composition of the water-bearing rocks of these territories.

Limitations of the study are related to the number of analyzed water samples, which reduces the possibility of interpolation of the obtained data over the entire territory of the region.

Conclusion. To provide the population with high-quality drinking water, local governments that do not have sufficient funds to purchase de-ironing treatment plants need to initiate a procedure for applying for subsidies under existing state programs for the implementation of measures for the construction, reconstruction, and modernization of water supply systems. Residents of the region are recommended to use household filters to purify water from those components-pollutants that are characteristic of the groundwater of these territories.

Keywords: Vladimir region; household drinking water; centralized and non-centralized water supply; iron; public health

Compliance with ethical standards. This study does not require the conclusion of a biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Trifonova T.A., Selivanov O.G., Martsev A.A., Kurbatov Yu.N. Hygienic assessment of iron content in the sources of household and drinking water supply of the Vladimir region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(10): 1035–1042. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-10-1035-1042> <https://elibrary.ru/kjlila> (In Russ.)

For correspondence: Anton A. Martsev, MD, PhD, docent of the department of biology and ecology, Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, 600000, Russian Federation. E-mail: MartsevAA@yandex.ru

Information about the authors:

Trifonova T.A., <https://orcid.org/0000-0002-1628-9430>
Selivanov O.G., <https://orcid.org/0000-0003-3674-0660>

Martsev A.A., <https://orcid.org/0000-0002-3572-9163>
Kurbatov Yu.N., <https://orcid.org/0000-0002-0904-3854>

Contribution: Trifonova T.A. – the concept and design of the study, the final design; Selivanov O.G. – collecting material and data processing, writing text; Martsev A.A. – material collection and data processing, statistical processing, text writing; Kurbatov Yu.N. – laboratory research. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: May 17, 2023 / Accepted: September 26, 2023 / Published: November 20, 2023

Введение

Гарантированное обеспечение населения Российской Федерации питьевой водой должного качества является одной из приоритетных задач всех уровней муниципальной, региональной и федеральной власти. Качество питьевой воды рассматривается как ведущий показатель санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В настоящее время в целях реализации государственной политики в области водоснабжения в нашей стране разработана и действует федеральная программа «Чистая вода». Россия располагает значительными ресурсами питьевой воды, однако положение в данной сфере по-прежнему вызывает серьёзное беспокойство, поскольку многие источники хозяйственно-питьевого водоснабжения испытывают значительное антропогенное воздействие.

Население многих регионов вынуждено употреблять питьевую воду, не соответствующую санитарно-эпидемиологическим требованиям, что обусловлено низкой санитарной надёжностью систем водоподготовки и водоснабжения, дефицитом водных ресурсов питьевого качества на отдельных территориях, низкой эффективностью очистки сточных вод на очистных сооружениях, высокой степенью изношенности водопроводных сетей и иными причинами [1–4]. На формирование качества питьевой воды, подаваемой населению, на отдельных территориях влияют региональные геохимические особенности водоисточников [5–8].

Все эти проблемы актуальны и для Владимирской области, где около 15% источников хозяйственно-питьевого водоснабжения не соответствуют нормативным требованиям [9]. Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Владимирской области осуществляется за счёт подземных и поверхностных вод, на долю которых приходится соответственно 80 и 20%. Низкий уровень использования поверхностных вод объясняется их значительным микробиологическим и химическим загрязнением. Так, реки Нерль и Клязьма, из которых осуществляется водозабор, относятся по ГОСТ 2761–84¹ ко второму классу [10]. В 2021 г. в поверхностные водные объекты региона было сброшено 87,88 млн м³ недостаточно очищенных сточных вод и 6,36 млн м³ вод с категорией «без очистки» [11]. Результатом является повышенное содержание в водных объектах региона биогенных элементов, органических веществ,

нитратов азота, аммонийного азота, металлов (железа, меди, марганца). Таким образом, большинство рек, в том числе Клязьма и Нерль, испытывают сильную техногенную нагрузку, принимая на себя плохо очищенные промышленные и коммунально-бытовые сточные воды многочисленных производственных предприятий и населённых пунктов. При этом из 194 очистных сооружений биологической и механической очистки, имеющихся в области, 60% подлежат капитальному ремонту, 30% – реконструкции, дополнительно требуется строительство новых очистных сооружений в нескольких десятках населённых пунктов области [11].

Как было упомянуто выше, основным источником водоснабжения населения Владимирской области питьевой водой являются подземные воды, из которых наибольшее значение для региона имеют подземные воды водоносного верхнекаменноугольного карбонатного комплекса (гельско-ассельский и касимовский водоносные горизонты). На них основано водоснабжение самых крупных населённых пунктов региона. Воды подземных источников области характеризуются повышенной жёсткостью, высоким уровнем содержания фтора [6], железа и марганца [3], что связано прежде всего с региональной спецификой геохимического состава водовмещающих пород и особенностями режима функционирования и питания подземных вод [12]. На здоровье жителей региона может негативно влиять повышенное содержание в питьевой воде указанных элементов, поэтому для снижения их концентраций применяются различные методы очистки [13–15].

Одним из основных элементов в природных подземных водах Владимирского региона является железо. В первую очередь оно влияет на органолептические свойства питьевой воды, однако некоторые отечественные и зарубежные авторы показали влияние повышенных концентраций железа в питьевой воде на заболеваемость населения. Установлены прямые корреляционные связи между концентрациями железа в питьевой воде и некоторыми неинфекционными патологиями [16–18], выявлено влияние высоких концентраций железа на развитие воспалений кишечника [19] и возникновение нейродегенеративных болезней [20, 21].

В ряде работ проведена оценка опасности возникновения вредных для организма эффектов и рисков, которые могут быть вызваны высоким содержанием железа в питьевой воде [22, 23]. Повышенное внимание учёных к изучению влияния железа на здоровье человека подтверждает значимость существующей проблемы.

Целью данного исследования была гигиеническая оценка содержания железа в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения Владимирской области.

¹ ГОСТ 2761–84 Межгосударственный стандарт. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора [Sources of centralized economic-drinking water supply. Sanitary and technical requirements and rules of selection].

Таблица 1 / Table 1

Результаты исследования на содержание железа проб воды из источников централизованного водоснабжения Владимирской области**Results of analyses of water samples of centralized water supply of the Vladimir region for iron content**

Административный район Administrative region	Источник водозабора Water intake source	Тип водозабора Type of water intake	Глубина скважин, м Depth of wells, m	Концентрация Fe, мг/дм ³ , минимум и максимум Fe concentration, mg/dm ³ , min-max	
Александровский район Alexandrovsky district	г. Александров Alexandrov	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	220–250	0.034–0.074
Вязниковский район Vyaznikovsky district	г. Вязники Vyazniki	Подземный / Underground (50%) Поверхностный / Surface (50%)	Артезианский р. Клязьма Artesian Klyazma River	60–90	0.102–0.236
	п. Никологоры the village of Nikologory	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	47–90	0.011–0.013
Гороховецкий район Gorokhovetsky district	г. Гороховец / Gorokhovets	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	50–80	0.226–0.270
Гусь-Хрустальный район Gus-Khrustalny district	г. Гусь-Хрустальный Gus-Khrustalny	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	60–90	0.02–0.141
	п. Золотково Zolotkovo settlement	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	60–90	0.013–0.024
Камешковский район Kameshkovsky district	г. Камешково / Kameshkov	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	90–130	0.303–0.849*
	п. имени Карла Маркса settlement named after Karl Marks	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	90–130	0.375–0.882
Киржачский район Kirzhachsky district	г. Киржач / Kirzhach	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	95–150	0.062–0.153
Ковровский район Kovrovsky district	г. Ковров / Kovrov	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	45–90	0.024–0.126
Кольчугинский район Kolchuginsky district	г. Кольчугино / Kolchugino	Подземный / Underground (75%) Поверхностный / Surface (25%)	Артезианский р. Пекша Artesian Peksha River	180–230	0.018–0.124
Меленковский район Melenkovsky district	г. Меленки / Melenki	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	40–70	0.037–0.043
Муромский район Muromsky district	г. Муром / Murom	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	50–90	0.372–0.805
Петушинский район Petushinsky district	г. Петушки / Petushki	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	60–125	0.033–0.074
	г. Покров / Pokrov city	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	55–130	0.061–0.172
	п. Вольгинский Volginsky settlement	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	60–125	0.044–0.073
Селивановский район Selivanovsky district	г. Красная Горбатка Krasnaya Gorbatka city	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	50–90	0.013–0.128
Собинский район Sobinsky district	г. Собинка / Sobinka city	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	40–50	0.053–0.136
	г. Лакинск / Lakinsk city	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	40–60	0.056–0.145
Судогодский район Sudogodsky district	г. Судогда / Sudogda city	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	60–110	0.01–0.121
	г. Радужный / Raduzhny city	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	85–100	0.222–0.258
	п. Муромцево / Muromtsevo ssettlement	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	60–110	0.019–0.034
Суздальский район Suzdal district	г. Суздаль / Suzdal city	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	170–220	0.011–0.025
Юрьев-Польский район Yuryev-Polsky district	г. Юрьев-Польский Yuryev-Polsky city	Подземный / Underground	Артезианский / Artesian	160–200	0.102–0.196
г. Владимир The city of Vladimir	Октябрьский район Oktjabrsky district	Поверхностный / Surface	р. Нерль / Nerl River	–	0.122–0.131
	Юго-Западный район Southwest district	Подземный / Underground	Артезианский Artesian	60–110	0.021–0.043
	Ленинский район Leninsky district	Подземный / Underground (50%) Поверхностный / Surface (50%)	Артезианский р. Нерль / Artesian Nerl River	60–110	0.027–0.034

Примечание. Здесь и в табл. 2: полужирным шрифтом выделены превышения ПДК железа в воде хозяйственно-питьевого назначения.
Note: Here and in Table 2: * – the excess of the maximum permissible concentration for iron for household and drinking water is highlighted in bold.

Таблица 2 / Table 2

Результаты исследования на содержание железа проб воды нецентрализованного водоснабжения Владимирской области
Results of analyses of water samples of non-centralized water supply of the Vladimir region for iron content

Административный район Administrative region	Тип водозабора Type of water intake	Глубина скважин, м Depth of wells, m	Концентрация Fe, мг/дм ³ Concentration Fe, mg/dm ³
<i>Суздальский район / Suzdal district</i>			
г. Суздаль / Suzdal	Скважина / Water supply well	30	12.8 ± 0.13
д. Багриново / Bagrinovo village	Скважина / Water supply well	25	0.81 ± 0.07
с. Добрыньское / the village of Dobrynskoye	Колодец / Water well	15	0.80 ± 0.09
с. Обращиха / the village of Obraschiha	Колодец / Water well	14	0.89 ± 0.11
д. Зелени / village of Zeleni	Колодец / Water well	13	1.04 ± 0.06
	Скважина / Water supply well	21	1.14 ± 0.08
с. Якиманское / village of Yakimanskoye	Скважина / Water supply well	32	2.12 ± 0.15
д. Песочное / Pesochnoe village	Колодец / Water well	15	0.73 ± 0.05
с. Суромна / the village of Suromna	Скважина / Water supply well	60	0.04 ± 0.004
с. Суходол / the village of Sukhodol	Скважина / Water supply well	80	0.07 ± 0.004
п. Сокол / Sokol village	Скважина / Water supply well	29	3.51 ± 0.13
с. Борисовское / the village of Borisovskoye	Колодец / Water well	11	0.8 ± 0.043
	Скважина / Water supply well	22	2.6 ± 0.08
с. Заполицы / the village of Zapolitsy	Скважина / Water supply well	20	0.47 ± 0.05
с. Барское Городище / the village of Barskoye Gorodische	Скважина / Water supply well	20	5.9 ± 0.13
с. Боголюбово / the village of Bogolyubovo	Скважина / Water supply well	30	1.5 ± 0.08
с. Воскресенская слободка / the village of Voskresenskaya Slobodka	Скважина / Water supply well	32	0.9 ± 0.04
д. Рамень / Ramenye village	Скважина / Water supply well	40	0.04 ± 0.003
с. Сновицы / the village of Snovitsy	Скважина / Water supply well	20	3.82 ± 0.12
с. Горицы / the village of Goritsy	Скважина / Water supply well	57	7.58 ± 0.34
с. Богослово / the village of Bogoslovo	Скважина / Water supply well	30	0.05 ± 0.02
<i>Камешковский район / Kameshkovsky district</i>			
д. Филяндино / Filyandino village	Скважина / Water supply well	27	6.8 ± 0.12
с. Второво / the village of the Vrorovo	Колодец / Water well	12	0.7 ± 0.065
д. Сергеиха / Sergeiha village	Колодец / Water well	12	0.93 ± 0.15
п. им. Максима Горького / Maksima Gorkogo village	Колодец / Water well	10	0.76 ± 0.074
<i>Петушинский район / Petushinsky district</i>			
д. Метенино / Metenino village	Скважина / Water supply well	20	2.5 ± 0.26
СНТ «Здоровье» / SNT "Zdorove"	Скважина / Water supply well	35	0.64 ± 0.082
СНТ «Волга» / SNT "Volga"	Скважина / Water supply well	74	0.3 ± 0.021
<i>Кольчугинский район / Kolchuginsky district</i>			
д. Снегирево / Snegirevo village	Скважина / Water supply well	30	1.04 ± 0.005
<i>Судогодский район / Sudogodsky district</i>			
д. Фрязино / Fryazino village	Колодец / Water well	10	5.62 ± 0.14
д. Веригино / Verigino village	Колодец / Water well	6	0.21 ± 0.015
п. Улыбышево / the village of Ulbishevo	Скважина / Water supply well	36	0.9 ± 0.06
п. Вяткино / Vyatkinovillage	Скважина / Water supply well	17	1.08 ± 0.045
	Колодец / Water well	10	0.72 ± 0.05
д. Байгуши / Baigushi village	Скважина / Water supply well	40	0.2 ± 0.02
д. Исаково / Isakovo village	Скважина / Water supply well	70	0.05 ± 0.001
д. Кисельница / Kisel'nitsa village	Скважина / Water supply well	75	0.2 ± 0.013
	Колодец / Water well	11	0.085 ± 0.008
д. Маслово / Maslovo village	Скважина / Water supply well	27	1.69 ± 0.09

Продолжение Таблицы 2 на стр. 1039. / Continuation of Table 2 on page 1039.

Продолжение Таблицы 2. Начало на стр. 1038. / Continuation of Table 2. Beginning on page 1038.

Административный район Administrative region	Тип водозабора Type of water intake	Глубина скважин, м Depth of wells, m	Концентрация Fe, мг/дм ³ Concentration Fe, mg/dm ³
<i>Собинский район / Sobinsky district</i>			
с. Бабаево / the village of Babaevo	Колодец / Water well	10	0.62 ± 0.014
	Скважина / Water supply well	18	1.54 ± 0.04
д. Бурькино / Burikino village	Скважина / Water supply well	29	2.27 ± 0.07
д. Уварово / Uvarovo village	Скважина / Water supply well	37,5	1.2 ± 0.03
д. Митрофаниха / Mitrofanikha village	Скважина / Water supply well	38	7.9 ± 0.16
п. Колокша / the village of Koloksha	Скважина / Water supply well	40	0.139 ± 0.007
д. Кочуково / Kochukovo village	Скважина / Water supply well	29	17.3 ± 1.34
<i>Киржачский район / Kirzhachsky district</i>			
д. Митино / Mitino village	Скважина / Water supply well	24	1.3 ± 0.04
<i>Гусь-Хрустальный район / Gusy-Khrustalny district</i>			
п. Лесной / the village of Lesnoj	Скважина / Water supply well	28	0.73 ± 0.02
<i>Муромский район / Muromsky district</i>			
с. Благовещенское / the village of Blagoveshchenskoye	Скважина / Water supply well	40	1.63 ± 0.04
<i>Юрьев-Польский район / Yuryev-Polsky district</i>			
г. Юрьев-Польский / Yuryev-Polsky city	Скважина / Water supply well	32	0.82 ± 0.03
с. Чеково / the village of Chekovo	Скважина / Water supply well	25	1.12 ± 0.06
с. Кубаево / the village of Kubaevo	Скважина / Water supply well	250	0.19 ± 0.003
<i>Городской округ Владимир / Vladimir City District</i>			
мкр. Семязино / Semyazino microdistrict	Колодец / Water well	13	0.72 ± 0.06
мкр. Юрьевец / Yurievets microdistrict	Скважина / Water supply well	29	0.73 ± 0.08
	Колодец / Water well	11,5	0.94 ± 0.11
мкр. Оргтруд / Orgtrud microdistrict	Скважина / Water supply well	36	0.29 ± 0.03
мкр. Веризино / Verizino microdistrict	Скважина / Water supply well	21,5	1.16 ± 0.07
мкр. Лунево / Lunevo microdistrict	Скважина / Water supply well	33	1.32 ± 0.09

Материалы и методы

В работе представлены результаты собственных исследований кафедры биологии и экологии ВлГУ за 2022 г. Исследовано 116 проб воды хозяйственно-питьевого централизованного и нецентрализованного водоснабжения Владимирской области. Пробы воды отбирали в наиболее крупных населённых пунктах (областной центр г. Владимир, районные центры, крупные районные города и посёлки) из сети централизованного водоснабжения и питьевых источников нецентрализованного водоснабжения индивидуальных хозяйств (колодцы, скважины) согласно установленным требованиям.

Содержание железа в воде определяли на спектрофотометре Nach Lange DR 6000 с использованием кюветных тестов LCK521 (для обнаружения следовых количеств железа концентраций 0,01–1 мг/дм³ Fe) и LCK320 (для определения железа (II/III) концентраций 0,2–6 мг/дм³ Fe).

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Microsoft Office Excel.

Результаты

В соответствии с СанПиН 1.2.3685–21² по своему воздействию на организм человека при поступлении с питьевой водой железо относится к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности), нормативное содержание его

в питьевой воде составляет 0,3 мг/дм³. В странах Европейского союза действует более жёсткая норма для питьевой воды – 0,2 мг/дм³.

При определении соответствия нормативу вначале были исследованы пробы питьевой воды из источников централизованного водоснабжения Владимирской области. Результаты представлены в табл. 1.

Затем были проанализированы пробы из питьевых подземных источников нецентрализованного водоснабжения, предоставленные жителями городского округа Владимир и населённых пунктов десяти административных районов региона. Результаты анализов проб представлены в табл. 2.

Обсуждение

Установлено, что питьевая вода источников централизованного водоснабжения Владимирского региона по содержанию железа в большинстве случаев соответствует нормативным требованиям. Содержание железа в отобранных пробах питьевой воды, за исключением проб из Камешковского и Муромского районов, находится в диапазоне от 0,011 до 0,270 мг/дм³, что ниже ПДК. Такие концентрации железа не представляют опасности для здоровья населения. Вызывает опасение качество централизованной воды в Камешковском и Муромском районах.

Следует отметить, что качество водопроводной воды в г. Камешкове в последние годы меняется в лучшую сторону. Совсем недавно износ водопроводных сетей городской инфраструктуры составлял более 80%. Питьевая вода была очень низкого качества, содержание железа в ней превыша-

² Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

ло ПДК в десятки раз. Работа по улучшению качества инфраструктуры водоснабжения и водоотведения, проведённая в Камешкове при участии Федерального фонда развития моногородов (в 2017 г. завершены строительство нового водозабора и реконструкция городских очистных сооружений), позволила улучшить качество питьевой воды. Необходимо также произвести замену старых водопроводных труб с многолетними отложениями солей, чтобы избежать вторичного загрязнения воды, в том числе железом, и довести качество воды до нормативных требований.

Население округа Муром снабжается подземной питьевой водой из расположенных на всей его территории артезианских скважин. Для водоснабжения используется подземный гжельско-ассельский водоносный горизонт. Водовмещающие породы представлены известняками. Качество воды близко к нормативным значениям, за исключением показателей железа, жёсткости, цветности и мутности. На основном водозаборе округа (10 артезианских скважин, подающих воду в город) водоочистные сооружения отсутствуют. Только на одной насосной станции введена в эксплуатацию станция обезжелезивания, которая удаляет из питьевой воды железо, мутность, цветность, запах. Транспортировка питьевой воды через распределительную сеть способствует дополнительному поступлению железа, что является вторичным загрязнением. Таким образом, питьевая вода из артезианских скважин и распределительной сети округа Муром нуждается в дополнительном обезжелезивании.

Хозяйственно-питьевая вода нецентрализованного водоснабжения (шахтные колодцы, скважины) используется жителями Владимирской области, не имеющими доступа к централизованному водоснабжению. Это, как правило, жители сельской местности, составляющие 22% населения региона, а также жители пригородов и городских микрорайонов, проживающие в домах индивидуальной застройки и использующие децентрализованные источники водоснабжения. Анализ табл. 2 показывает, что большая часть проб воды, отобранных из нецентрализованных источников водоснабжения, имеет значительные превышения нормативных значений по содержанию железа. Максимальное превышение составляет 57,7 раза, а среднее по региону – 6,5 раза.

Таким образом, для всех обследованных районов характерно повышенное содержание железа в подземных водах. Наибольшие концентрации данного элемента выявлены в Суздальском, Камешковском и Собинском районах. Превышение ПДК характерно для колодцев и скважин глубиной 10–15 и 20–40 м соответственно. Население берёт воду для питьевых целей из первых от поверхности (для минимизации затрат) водоносных горизонтов и комплексов. Но именно для этих водных комплексов (четвертичный и юрско-меловой) характерно повышенное содержание железа, обусловленное спецификой геохимического состава водовмещающих пород. В основном это пески четвертичных и юрско-меловых отложений. Железомарганцевая минерализация в этих отложениях связана с сидеритами, которые обычно приурочены к линзовидным прослоям песчанников и алевроитов, при этом содержание железа в прослоях может составлять от 11–13 до 20–26,5% [24]. Процессы выщелачивания железа приводят к попаданию его в водоносные горизонты, активно используемые населением для питьевых целей. Так, максимальные концентрации железа в пробах питьевой воды, отобранных из скважин в Суздальском районе, обнаружены в г. Суздале, с. Барское Городище, п. Сокол, с. Якиманском, с. Сновицы, с. Горицы. Во многом это обусловлено водоносным горизонтом данного района, приуроченным к нижнемеловым отложениям и представленным преимущественно песками, залегающими на глубине 20–40 м. Горизонт является достаточно водообильным (10–20 м³/ч), но имеет значительные превышения по жёсткости, солесодержанию, железу, марганцу. В Камешковском, Собинском, Петушинском, Киржачском, Кольчугинском, Судогодском, Юрьев-Польском районах в воде песчаных слоёв также обнаруживается

значительное содержание железа и сопутствующего ему марганца. Таким образом, население Владимирской области, проживающее в сельской местности и использующее воду из неглубоких подземных источников, подвержено риску поступления в организм некачественной питьевой воды, имеющей высокое содержание железа.

Для жителей, использующих питьевую воду центрального водоснабжения, данная проблема практически решена за счёт поступления свободной от примесей подземной воды водоносного верхнекаменноугольного карбонатного комплекса (гжельско-ассельский и касимовский водоносные горизонты, представленные известняками, глубина артезианских скважин составляет 40–250 м). Данные представлены в табл. 1. Так, для обеспечения централизованного водоснабжения г. Владимира используется артезианская вода Судогодского водозабора, где основным эксплуатируемым является клязьминско-ассельский водоносный горизонт известняков верхнего карбона, залегающий на глубине от 30 до 70 м. Концентрация железа в воде Судогодского подземного водозабора не превышает 0,1 мг/дм³, фтора – 0,81–1,5 мг/дм³, марганец не обнаруживается, общая минерализация и жёсткость ниже ПДК, вода имеет отличные органолептические показатели, подаётся населению без предварительной очистки, так как полностью соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685–21.

В ряде случаев артезианская вода, подаваемая из подземных источников для использования в централизованном водоснабжении, содержит загрязняющие примеси, такие как железо, марганец и др., что связано преимущественно с гидрогеохимическими аномалиями в некоторых районах области. В качестве примера можно привести Суздальский район и в частности г. Суздаль. Город-музей, имеющий около 200 архитектурных памятников XII–XIX веков, туристический центр, привлекающий огромный поток туристов не только из России, но и из многих стран мира, до 2020 г. не имел качественной питьевой воды, отвечающей санитарно-эпидемиологическим требованиям. Вода из артезианских скважин водозабора г. Суздаля без предварительной водоподготовки подавалась в центральную систему водоснабжения, имела неудовлетворительные органолептические свойства, превышение нормативов жёсткости, содержания марганца, железа. Качественные показатели такой воды, подаваемой потребителям, соответствовали только 3-му классу по ГОСТ 2761–84, то есть такую воду без предварительной очистки пить было нельзя. В 2020 г. благодаря государственной программе «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры во Владимирской области» была введена в эксплуатацию новая станция водоподготовки с трёхступенчатой сорбционной очисткой, что позволило довести содержание железа, марганца и других показателей до нормативных значений.

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что наибольшие риски для здоровья, обусловленные наличием железа в питьевой воде, имеют жители сельских районов, использующие децентрализованные источники питьевого водоснабжения. Регулярное употребление такой воды, не прошедшей предварительного обезжелезивания, может привести к развитию различных патологий. Районные администрации, отвечающие за качество подаваемой населению питьевой воды, в большинстве случаев не располагают финансовыми ресурсами для приобретения современных модульных станций обезжелезивания. Поэтому необходима активность местных жителей, которые должны инициировать совместно с органами местного самоуправления процедуру подачи заявки на получение субсидии в рамках государственной программы для строительства, реконструкции и модернизации систем водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод. Такие прецеденты уже есть. Так, в сёлах Кидекша, Барское Городище Суздальского района по программам господдержки приобретены локальные модульные станции очистки воды на основе современных методов обезжелезивания безреагентным способом. В администра-

тивном центре Меленковского района на водозаборе, подающем артезианскую воду, построили новую станцию обезжелезивания, где фильтрация исходной воды происходит через каталитически активную загрузку фильтров, в которых протекают каталитические процессы окисления соединений двухвалентного железа в трёхвалентное. Образующаяся гидроксид железа (III) задерживается в толще фильтрующей загрузки.

Для сохранения здоровья детей во многих сельских школах и дошкольных учреждениях устанавливаются пункты доочистки воды от железа и других вредных примесей. Жителям региона, имеющим индивидуальное водоснабжение из подземных источников, рекомендуется использовать фильтры доочистки воды от тех компонентов, которые характерны для подземных вод данных территорий.

Заключение

Результаты проведённого исследования показали, что питьевая вода централизованного водоснабжения Владимирской области по содержанию железа в основном соответствует нормативным требованиям и безопасна по данному показателю для здоровья населения. Несоответствие

выявлено в Камешковском и Муромском районах, где превышение гигиенических нормативных значений по железу в питьевой воде достигает трёх раз. Питьевая вода из подземных источников нецентрализованного водоснабжения в большинстве районов региона имеет превышение ПДК по железу в среднем до 6,5 раза, что связано прежде всего со спецификой геохимического состава водовмещающих пород данных территорий, приуроченных к четвертичным и юрско-меловым отложениям. Таким образом, жители Владимирской области, использующие воду децентрализованных источников водоснабжения, зачастую подвержены неканцерогенным рискам и угрозе формирования патологий неинфекционного характера.

Для обеспечения населения качественной питьевой водой органам местного самоуправления, не имеющим достаточных средств для приобретения очистных станций обезжелезивания, необходимо инициировать процедуру подачи заявок для получения субсидий в рамках действующих государственных программ на строительство, реконструкцию и модернизацию систем водоснабжения. Жителям Владимирской области рекомендуется использовать бытовые фильтры доочистки воды от тех компонентов-загрязнителей, которые характерны для подземных вод территорий проживания.

Литература

(п.п. 15, 19–21 см. References)

1. Борзунова Е.А., Кузьмин С.В., Акрамов Р.Л., Киямова Е.Л. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения. *Гигиена и санитария*. 2007; 86(3): 32–4. <https://elibrary.ru/iahldz>
2. Тулакин А.В., Сайфутдинов М.М., Горшкова Е.Ф., Рословский А.П. Региональные проблемы обеспечения гигиенической надёжности питьевого водопользования. *Гигиена и санитария*. 2007; 86(1): 27–30. <https://elibrary.ru/iahldf>
3. Трифонова Т.А., Селиванов О.Г., Марцев А.А., Курбатов Ю.Н. Гигиеническая оценка содержания марганца в хозяйственно-питьевых источниках водоснабжения Владимирской области. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(9): 1011–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-9-1011-1017> <https://elibrary.ru/bnbvbm>
4. Лапшин А.П., Игнатъева Л.П. Качественный состав питьевой воды на этапах водоподготовки и транспортировки. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2016; (6): 31–5. <https://elibrary.ru/waozrl>
5. Прохорова Т.И., Куролап С.А., Гребенникова О.А. Геоэкологическая оценка состояния централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения малых городов Воронежской области. *Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле*. 2019; 29(2): 213–20. <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2019-29-2-213-220> <https://elibrary.ru/afjtbe>
6. Трифонова Т.А., Селиванов О.Г., Марцев А.А., Подолец А.А. Гигиеническая оценка содержания фтора в воде централизованного водоснабжения Владимирской области. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(7): 701–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-701-706> <https://elibrary.ru/guxhpc>
7. Михайличенко К.Ю., Коршунова А.Ю., Курбатова А.И. Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения. *Вестник Российской академии наук дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2014; (4): 99–106. <https://elibrary.ru/sykqzq>
8. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. *Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты*. М.: Наука; 2004. <https://elibrary.ru/qkeohh>
9. Материалы к Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году» по Владимирской области. Владимир; 2021.
10. Схема водоснабжения и водоотведения г. Владимира до 2024 года. Владимир; 2013.
11. Ежегодный доклад «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2021 году». Владимир; 2022.
12. Трифонова Т.А., ред. *Экологический атлас бассейна реки Клязьма: Человечество в окружающей среде*. Владимир: Волга; 2018.
13. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г., Пикалов Е.С., Чеснокова С.М., Подолец А.А. Очистка воды от фторид-ионов лантансодержащим керамическим материалом. *Экология и промышленность России*. 2018; 22(8): 28–31. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2018-8-28-31> <https://elibrary.ru/xuzbvq>
14. Уварова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С. Применение керамических отходов для обезжелезивания природных и сточных вод методом сорбции. *Экология и промышленность России*. 2022; 26(3): 34–9. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2022-3-34-39> <https://elibrary.ru/llnwjs>
15. Егорова Н.А., Канатникова Н.В. Влияние железа в питьевой воде на заболеваемость населения г. Орла. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(11): 1049–53. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1049-1053> <https://elibrary.ru/yobwva>
16. Скударнов С.Е., Куркатов С.В. Неинфекционная заболеваемость населения и риски для здоровья в связи с качеством питьевой воды. *Гигиена и санитария*. 2011; 90(6): 30–2. <https://elibrary.ru/oohudl>
17. Кичу П.Ф., Горбурукова Т.В., Ананьев В.Ю. Распространенность экологозависимых заболеваний мочеполовой системы в биоклиматических зонах Приморского края. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(5): 87–91. <https://elibrary.ru/rkrxoh>
18. Колубаева Ю.В., Иванова И.С., Широкова Л.С. Оценка риска развития неканцерогенных эффектов при использовании воды нецентрализованных источников водоснабжения Томской области. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(9): 1111–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-9-1111-1118> <https://elibrary.ru/sgoryo>
19. Григорьев Ю.И., Ляпина Н.В. Оценка риска загрязнения питьевой воды для здоровья детей Тульской области. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(3): 23–6. <https://elibrary.ru/sjxsox>
20. Шарков А.А. Марганценность юрских отложений Окско-Цнинского вала. *Разведка и охрана недр*. 2011; (8): 16–25. <https://elibrary.ru/nzambd>

References

1. Borzunova E.A., Kuz'min S.V., Akramov R.L., Kiyamova E.L. Evaluation of the effect of drinking water quality on the population's health. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2007; 86(3): 32–4. <https://elibrary.ru/iahldz> (in Russian)
2. Tulakin A.V., Sayfutdinov M.M., Gorshkova E.F., Roslovskiy A.P. Regional problems in the provision of hygienic reliability of drinking water consumption. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2007; 86(1): 27–30. <https://elibrary.ru/iahldf> (in Russian)
3. Trifonova T.A., Selivanov O.G., Martsev A.A., Kurbatov Yu.N. Hygienic assessment of manganese content in household and drinking water supply sources of the Vladimir region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2022; 101(9): 1011–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-9-1011-1017> <https://elibrary.ru/bnbvbm> (in Russian)
4. Lapshin A.P., Ignat'eva L.P. Qualitative composition of drinking water at the purification and transportation stages. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2016; (6): 31–5. <https://elibrary.ru/waozrl> (in Russian)
5. Prozhorina T.I., Kurolop S.A., Grebennikova O.A. Geoecological assessment of the state of centralized drinking water supply in small towns of the Voronezh region. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle*. 2019; 29(2): 213–20. <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2019-29-2-213-220> <https://elibrary.ru/afjtbe> (in Russian)
6. Trifonova T.A., Selivanov O.G., Martsev A.A., Podolets A.A. Fluorine content in water of centralized water supply in the Vladimir region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2019; 98(7): 701–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-701-706> <https://elibrary.ru/guxhpc> (in Russian)

7. Mikhaylichenko K.Yu., Korshunova A.Yu., Kurbatova A.I. Integrated assessment of drinking water quality of water supply systems. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2014; (4): 99–106. <https://elibrary.ru/syqqqz> (in Russian)
8. Kraynov S.R., Ryzhenko B.N., Shvets V.M. *Geochemistry of Groundwater. Theoretical, Applied and Environmental Aspects [Geokhimiya podzemnykh vod. Teoreticheskie, prikladnye i ekologicheskie aspekty]*. Moscow: Nauka; 2004. <https://elibrary.ru/qkeohn> (in Russian)
9. Materials for the State Report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2020» in the Vladimir region. Vladimir; 2021. (in Russian)
10. The scheme of water supply and sanitation of Vladimir until 2024. Vladimir; 2013. (in Russian)
11. Annual report «On the state of the environment and the health of the population of the Vladimir region in 2021». Vladimir; 2022. (in Russian)
12. Trifonova T.A., ed. *Ecological Atlas of the Klyazma River Basin: Man in the Environment [Ekologicheskiy atlas basseyna reki Klyaz'ma: Chelovek v okruzhayushchey srede]*. Vladimir: Volga; 2018. (in Russian)
13. Chukhlanov V.Yu., Selivanov O.G., Pikalov E.S., Chesnokova S.M., Podolets A.A. Purification of water from fluoride ions by lanthanum-containing ceramic material. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2018; 22(8): 28–31. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2018-8-28-31> <https://elibrary.ru/xuzbvb> (in Russian)
14. Uvarova A.S., Vitkalova I.A., Pikalov E.S. Ceramic waste application for iron removal by sorption of natural and waste water. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2022; 26(3): 34–9. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2022-3-34-39> <https://elibrary.ru/llnwjs> (in Russian)
15. Selivanov O.G., Pikalov E.S., Kolosova A.S. Ceramic material for fluoride and phosphate ions removal from natural water. *Int. J. Emerg. Trends Eng. Res.* 2020; 8(5): 1732–5. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/39852020> <https://elibrary.ru/ssdahy>
16. Egorova N.A., Kanatnikova N.V. Effect of iron in drinking water on the morbidity rate in the population of the city of Orel. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(11): 1049–53. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1049-1053> <https://elibrary.ru/yobvva> (in Russian)
17. Skudarnov S.E., Kurkatov S.V. Incidence of non-communicable diseases and health risks due to potable water quality. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2011; 90(6): 30–2. <https://elibrary.ru/oohudl> (in Russian)
18. Kiku P.F., Gorborkova T.V., Anan'ev V.Yu. The spread of ecology-dependent diseases of the genitourinary system in bioclimatic zones of the Primorsky Krai. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2013; 92(5): 87–91. <https://elibrary.ru/rkrxon> (in Russian)
19. Aamodt G., Bukholm G., Jahnsen J., Moum B., Vatn M.H. The association between water supply and inflammatory bowel disease based on a 1990–1993 cohort study in southeastern Norway. *Am. J. Epidemiol.* 2008; 168(9): 1065–72. <https://doi.org/10.1093/aje/kwn218>
20. Campbell A. The role of aluminum and copper on neuroinflammation and Alzheimer's disease. *J. Alzheimers. Dis.* 2006; 10(2–3): 165–72. <https://doi.org/10.3233/jad-2006-102-304>
21. Brewer G.J. Risks of copper and iron toxicity during aging in humans. *Chem. Res. Toxicol.* 2010; 23(2): 319–26. <https://doi.org/10.1021/tx900338d>
22. Kolubaeva Yu.V., Ivanova I.S., Shirokova L.S. Assessment of risk for the development of non-carcinogenic effects in using water from non-centralized water suppliers in the Tomsk region. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(9): 1111–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-9-1111-1118> <https://elibrary.ru/sgopyo> (in Russian)
23. Grigor'ev Yu.I., Lyapina N.V. Assessment of risk of contamination of drinking water for the health of children in the Tula region. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2014; 93(3): 23–6. <https://elibrary.ru/sjxor> (in Russian)
24. Sharkov A.A. The manganese-bearing of the Jurassic depositions of the Okско-Tsninsky bar. *Razvedka i okhrana nedr.* 2011; (8): 16–25. <https://elibrary.ru/nzambd> (in Russian)