

Читать  
онлайн  
Read  
onlineТрифонова Т.А.<sup>1,2</sup>, Селиванов О.Г.<sup>2</sup>, Марцев А.А.<sup>2</sup>, Курбатов Ю.Н.<sup>2</sup>

## Гигиеническая оценка содержания марганца в хозяйственно-питьевых источниках водоснабжения Владимирской области

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

**Введение.** Одной из важнейших задач для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Владимирской области является обеспечение его качественной питьевой водой. В связи с тем, что территория региона частично сопряжена с известными гидрогеохимическими аномалиями избыточного содержания марганца в подземных водах, проведена гигиеническая оценка воды хозяйственно-питьевых источников по содержанию данного элемента.

**Материалы и методы.** В работе представлены данные исследований кафедры биологии и экологии ВлГУ за 2021 г. Авторами исследовано около 110 проб воды хозяйственно-питьевого централизованного и нецентрализованного водоснабжения Владимирской области. Пробы воды отбирали в наиболее крупных населённых пунктах (районные центры, областной город и крупные районные населённые пункты) и из питьевых водопроводов индивидуальных хозяйств, расположенных на территории области в различных районах. Содержание марганца в воде определяли на анализаторе «Флуорат-02-5М» по ПНД Ф 14.1:2:4.188-02.

**Результаты.** Установлено, что питьевая вода централизованного водоснабжения Владимирского региона по содержанию марганца соответствует нормативным требованиям и безопасна по данному показателю для здоровья проживающего населения. Во всех пробах питьевой воды концентрация марганца ниже 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. В то же время вода из подземных источников нецентрализованного водоснабжения имеет в ряде случаев превышение по марганцу (от 2 до 7 ПДК), что связано прежде всего со спецификой геохимического состава водовмещающих пород данных территорий.

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

**Заключение.** Для обеспечения населения территорий, использующих подземную воду с повышенным содержанием марганца, необходимо строительство локальных модульных станций очистки воды, использующих эффективное оборудование и фильтрующие материалы и применяющих современные методы безреагентного обезжелезивания и деманганации.

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

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование не требует предоставления 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 марганца в хозяйственно-питьевых источниках водоснабжения Владимирской области. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(9): 1011–1017. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-9-1011-1017> <https://www.elibrary.ru/bnbvgn>

**Для корреспонденции:** Марцев Антон Андреевич, 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 структурирование статьи для публикации; 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 декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 09.03.2022 / Принята к печати: 04.08.2022 / Опубликована: 30.09.2022

Tatyana A. Trifonova<sup>1,2</sup>, Oleg G. Selivanov<sup>2</sup>, Anton A. Martsev<sup>2</sup>, Yuriy N. Kurbatov<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russian Federation;<sup>2</sup>Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, 600000, Russian Federation

**Introduction.** One of the most important tasks to ensure the sanitary and epidemiological well-being of the population of the Vladimir region is to provide it with high-quality drinking water. Due to the territory of the region to be partially associated with known hydrogeochemical anomalies of excess manganese content in groundwater, a hygienic assessment of the water of economic and 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 named after A.G. and N.G. Stoletov for 2021. During this period, the authors of the work examined about 110 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, regional cities and large district settlements) and from drinking water sources of individual farms located in the territory of the region in various districts. The manganese content in water was determined on the analyzer “Fluorat-02-5M” according to HDPE F 14.1:2:4.188-02.

**Results.** The drinking water of the centralized water supply of the Vladimir region in terms of manganese content was established to meet regulatory requirements and be safe for the health of the resident population. In all samples of drinking water, the concentration of manganese is below 0.1 mg/dm<sup>3</sup>. At the same time, water from underground sources of non-centralized water supply has in some cases an excess of manganese (from 2 to 7 MPC), which is primarily due to the specifics of the geochemical composition of the water-bearing rocks of these territories.

**Conclusion** in order to provide the population of territories using underground water with a high content of manganese, it is necessary to build local modular water treatment plants using modern methods of non-reactive de-ironing and demanganation and using effective modern equipment and filtering materials.

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

**Compliance with ethical standards:** the study does not require the submission of the conclusion of the biomedical ethics committee or other documents.

**For citation:** Trifonova T.A., Selivanov O.G., Martsev A.A., Kurbatov Yu.N. Hygienic assessment of manganese content in household drinking water supply sources of the Vladimir region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(9): 1011-1017. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-9-1011-1017> <https://www.elibrary.ru/bnbvbgm> (In Russian)

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

#### Information about authors:

Trifonova T.A., <https://orcid.org/0000-0002-1628-9430> Martsev A.A., <https://orcid.org/0000-0002-3572-9163>  
Selivanov O.G., <https://orcid.org/0000-0003-3674-0660> 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. – data processing, text writing; 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: March 9, 2022 / Accepted: August 04, 2022 / Published: September 30, 2022

## Введение

Обеспечение населения качественной питьевой водой является одной из важнейших государственных задач. В настоящее время Минстрой России, Фонд содействия реформированию ЖКХ и Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения ведут совместную работу по реализации федерального проекта «Чистая вода», целью которого является обеспечение качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения 91% населения Российской Федерации. В городах этот показатель должен достичь 99% [1].

Согласно исследованию Н.В. Зайцевой и соавт. [2], Владимирская область входит в группу регионов, характеризующихся самыми высокими показателями доли населения, обеспеченного качественной питьевой водой. По данным администрации региона, данный показатель составлял в 2020 г. 89,3% [3]. Однако часть населения области по-прежнему использует некачественную питьевую воду, что негативно влияет на здоровье как взрослых, так и детей. В области из имеющихся 1495 источников централизованного водоснабжения 15,4% не соответствуют санитарным показателям качества и безопасности, и неблагоприятные условия обусловлены отсутствием установленных зон санитарной охраны, несоблюдением требований к организации, отсутствием необходимого комплекса очистных сооружений (водоподготовки), а также низким качеством воды поверхностных водоисточников [4].

Химические элементы, входящие в состав питьевой воды, способны негативно влиять на здоровье населения, что подтверждается многочисленными исследованиями [5–9]. Одним из таких элементов является марганец. При повышенном экзогенном поступлении данный элемент оказывает разноплановое токсическое действие на организм человека [10–15].

В связи с тем, что территория Владимирской области частично сопряжена с известными гидрогеохимическими аномалиями избыточного содержания марганца в подземных водах, поставлена цель проведения гигиенической оценки питьевой воды хозяйственно-питьевого назначения региона по содержанию данного элемента.

## Материалы и методы

В работе представлены данные собственных исследований кафедры биологии и экологии ВлГУ за 2021 г. Исследовано около 110 проб воды хозяйственно-питьевого централизованного и нецентрализованного водоснабжения Владимирской области. В населённых пунктах отобрано в среднем по три пробы воды централизованного водоснабже-

ния и по одной пробе из хозяйственно-питьевых источников нецентрализованного водоснабжения. Пробы воды отбирали в наиболее крупных населённых пунктах (преимущественно областной и районные центры) из сети центрального водоснабжения и из питьевых источников индивидуальных хозяйств (колодцы, скважины).

Содержание марганца в воде определяли на анализаторе «Флюорат-02-5М» по ПНД Ф 14.1:2:4.188–02 «Методика измерений массовой концентрации марганца в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02».

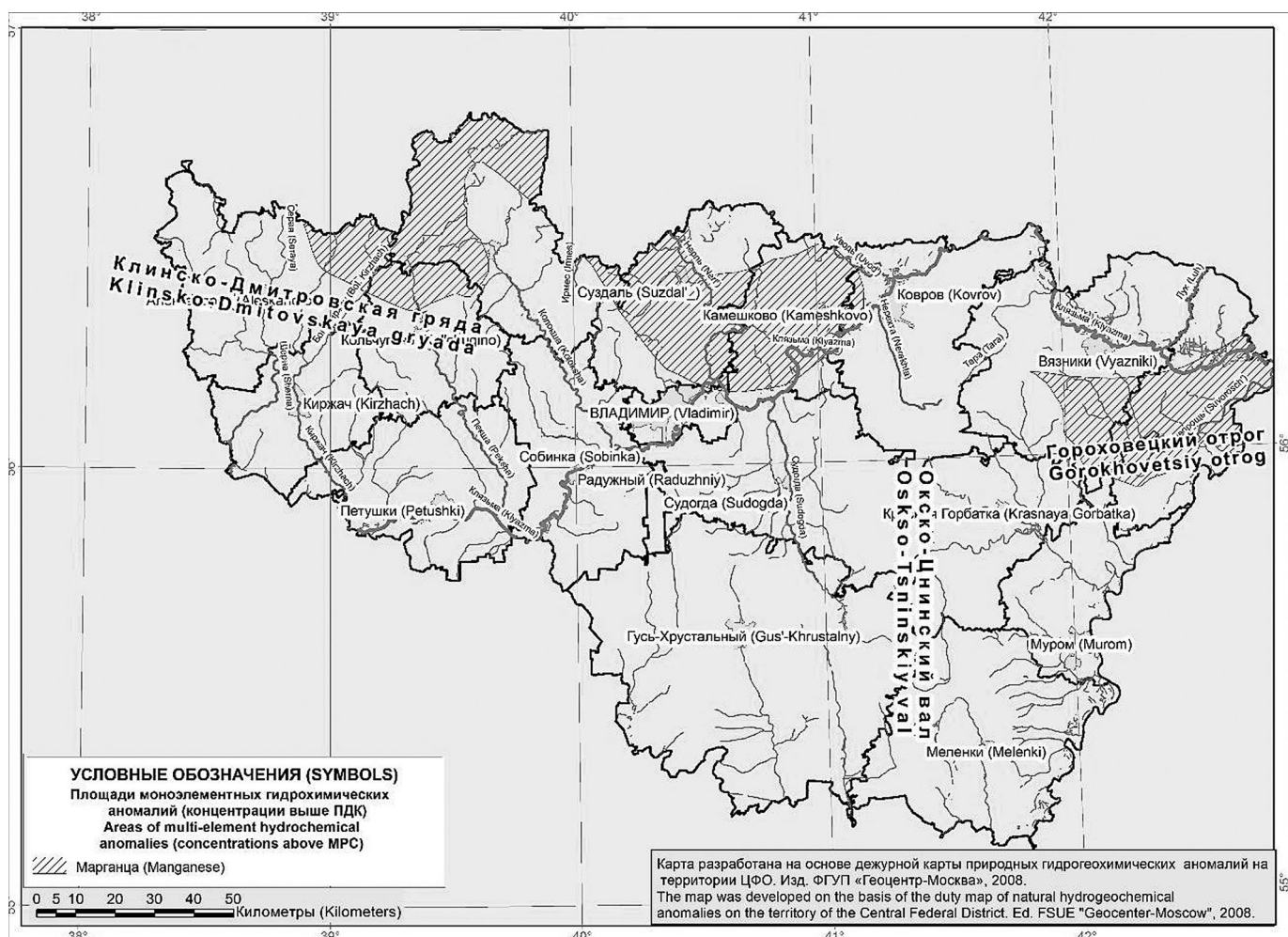
Картографический материал создан с помощью программы ArcView 3.1, редактировался в стандартной компьютерной программе Paint. Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Microsoft Office Excel.

## Результаты

Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Владимирской области осуществляется за счёт использования подземных и поверхностных вод, на долю которых приходится соответственно 80 и 20%. Невысокий показатель использования поверхностных водоисточников связан с их сильным загрязнением по микробиологическим и химическим показателям. Главной водной артерией региона является река Клязьма, вода которой практически на всём её протяжении относится к категории «грязная», что обусловлено поступлением большого объёма промышленных и коммунально-бытовых сточных вод.

Воды подземных источников области характеризуются повышенной жёсткостью, высоким уровнем содержания фтора, железа и марганца [16], что связано прежде всего с региональной спецификой геохимического состава водовмещающих пород и особенностями режима функционирования и питания подземных вод [17, 18].

Гидрогеохимические аномалии марганца охватывают территории семи районов области, расположенных на северо-западе и северо-востоке региона: Александровского, Кольчугинского, Юрьев-Польского, Суздальского, Камешковского, Ковровского, Гороховецкого (см. рисунок). В южной части области расположен Окско-Цнинский вал, представляющий собой вытянутую в меридиональном направлении полосу пологих поднятий, сложенных породами верхнего карбона, выходящими на поверхность. Общая протяжённость вала достигает 75–80 км при ширине 25–30 км. В 2003 г. здесь была выявлена крупная аномальная геохимическая зона, в которой бурением скважин установлены девять проявлений оксидных марганцевых и железомарганцевых руд с повышенным содержанием марганца (5–21%). Пространственно



Участки территории Владимирской области, сопряжённые с гидрогеохимическими аномалиями марганца в подземных водах.  
 Areas of the territory of the Vladimir region associated with hydrogeochemical anomalies of manganese in groundwater.

все рудопроявления представлены рудными телами горизонтального залегания при мощности 2–4 м и глубине залегания 30–50 м [19]. Возможность выщелачивания марганца из ряда марганцевосодержащих минералов в этих провинциях создаёт реальную опасность его попадания в избыточных концентрациях в подземные воды, используемые населением для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

По своему воздействию на организм человека марганец при поступлении с питьевой водой классифицируется как умеренно опасное вещество (3-й класс опасности). Для питьевой воды нормативное содержание в 1 дм<sup>3</sup> составляет 0,1 мг\*. В США, Японии, странах европейского сообщества в стандартах на питьевую воду установлена ещё более жёсткая норма – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> [20].

Для выяснения соответствия качества питьевой воды во Владимирском регионе утверждённому санитарно-гигиеническому нормативу отобраны и проанализированы пробы питьевой воды центрального водоснабжения из областного центра г. Владимира, 16 районных центров, а также крупных населённых пунктов этих районов.

Результаты исследования проб на содержание марганца в питьевой воде централизованного водоснабжения Владимирской области представлены в табл. 1.

\* СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 г. № 2. Зарегистрированы в Минюсте 29.01.2021 г. № 62296.

Также проанализированы пробы воды из питьевых источников нецентрализованного водоснабжения, предоставленные жителями населённых пунктов семи районов Владимирской области. Результаты представлены в табл. 2.

## Обсуждение

Марганец является эссенциальным микроэлементом, необходимым для осуществления многих функций в организме человека, таких как регуляция различных видов метаболизма. По результатам исследования установлено, что питьевая вода централизованного водоснабжения Владимирского региона по содержанию марганца соответствует нормативным требованиям, следовательно, не представляет опасности для здоровья населения. В то же время часть жителей Владимирской области не имеют доступа к централизованному водоснабжению и используют для хозяйственно-питьевых целей воду шахтных колодцев и грунтовых скважин. Особенно это характерно для жителей сельской местности, проживающих в деревнях и сёлах и составляющих 22% численности населения региона, а также населения пригородов, проживающих в домах индивидуальной застройки и использующих децентрализованные источники водоснабжения. В этих случаях риски употребления некачественной питьевой воды возрастают многократно.

Из табл. 2 видно, что превышение ПДК по марганцу наблюдается в пробах воды хозяйственно-питьевого водоснабжения практически во всех представленных районах.

Таблица 1 / Table 1

**Результаты исследования проб на содержание марганца в питьевой воде централизованного водоснабжения территории Владимирской области**

Analyses of samples for the content of manganese in drinking water of centralized water supply of the territory of the Vladimir region

Административный район Administrative region	Источник водозабора Water intake source	Тип водозабора Type of water intake	Глубина скважин, м Depth of wells, m	Концентрация Mn, мг/дм <sup>3</sup> Mn concentration, mg/dm <sup>3</sup>
Александровский район, г. Александров Alexandrovsky district, Alexandrov	Подземный Underground	Артезианский Artesian	220–250	0.008 ± 0.002
Вязниковский район, г. Вязники Vyaznikovsky district, Vyazniki	Подземный (50%) Повехностный (50%) Underground (50%) Surface (50%)	Артезианский р. Клязьма Artesian Klyazma River	60–90	0.026 ± 0.004
Вязниковский район, п. Никологоры Vyaznikovsky district, Nikologory	Подземный Underground	Артезианский Artesian	47–90	0.014 ± 0.003
Гороховецкий район, г. Гороховец Gorokhovetsky district, Gorokhovets	Подземный Underground	Артезианский Artesian	50–80	0.044 ± 0.005
Гусь-Хрустальный район, г. Гусь-Хрустальный Gus-Khrustalny district, Gus-Khrustalny	Подземный Underground	Артезианский Artesian	60–90	0.019 ± 0.004
Камешковский район, г. Камешково Kameshkovsky district, Kameshkovo	Подземный Underground	Артезианский Artesian	90–130	0.018 ± 0.003
Киржачский район, г. Киржач Kirzhachsky district, Kirzhach	Подземный Underground	Артезианский Artesian	95–150	0.003 ± 0.001
Ковровский район, г. Ковров Kovrovsky district, Kovrov	Подземный Underground	Артезианский Artesian	45–90	0.007 ± 0.002
Кольчугинский район, г. Кольчугино Kolchuginsky district, Kolchugino	Подземный (75%) Поверхностный (25%) Underground (75%) Surface (25%)	Артезианский р. Пекша Artesian Peksha River	180–230	0.017 ± 0.004
Меленковский район, г. Меленки Melenkovsky district, Melenki	Подземный Underground	Артезианский Artesian	40–70	0.013 ± 0.003
Муромский район, г. Муром Muromsky district, Murom	Подземный Underground	Артезианский Artesian	50–90	0.015 ± 0.004
Петушинский район, г. Петушки Petushinsky district, Petushki	Подземный Underground	Артезианский Artesian	60–125	0.006 ± 0.001
Селивановский район, г. Красная Горбатка Selivanovsky district, Krasnaya Gorbatka	Подземный Underground	Артезианский Artesian	50–90	0.019 ± 0.004
Собинский район, г. Собинка Sobinsky district, Sobinka	Подземный Underground	Артезианский Artesian	30–50	0.025 ± 0.005
Собинский район, г. Лакинск Sobinsky district, Lakinsk	Подземный Underground	Артезианский Artesian	40–60	0.012 ± 0.003
Собинский район, г. Ставрово Sobinsky district, Stavrovo	Подземный Underground	Артезианский Artesian	70–90	0.006 ± 0.001
Судогодский район, г. Судогда Sudogodsky district, Sudogda	Подземный Underground	Артезианский Artesian	60–110	0.003 ± 0.001
Судогодский район, г. Радужный Sudogodsky district, Raduzhny	Подземный Underground	Артезианский Artesian	85–100	0.012 ± 0.002
Суздальский район, г. Суздаль Suzdal district, Suzdal	Подземный Underground	Артезианский Artesian	170–220	0.018 ± 0.004
Юрьев-Польский район, г. Юрьев-Польский Yuryev-Polsky district, Yuryev-Polsky	Подземный Underground	Артезианский Artesian	160–200	0.006 ± 0.001
г. Владимир, Октябрьский район the city of Vladimir, Oktyabrsky district	Поверхностный Surface	р. Нерль Nerl River	0.014 ± 0.004	0.014 ± 0.004
г. Владимир, Юго-Западный район the city of Vladimir, Southwest district	Подземный Underground	Артезианский Artesian	60–110	0.004 ± 0.001
г. Владимир, Ленинский район the city of Vladimir, Leninsky district	Подземный (50%) Поверхностный (50%) Underground (50%) Surface (50%)	Артезианский р. Нерль Artesian Nerl River	60–110	0.002 ± 0.001

Таблица 2 / Table 2

**Результаты исследования проб на содержание марганца в хозяйственно-питьевых источниках нецентрализованного водоснабжения районных населённых пунктов Владимирской области**

The results of the study of samples for the content of manganese in household and drinking sources of non-centralized water supply of district settlements of the Vladimir region

Населённый пункт Locality	Источник водозабора Water intake source	Тип водозабора Type of water intake	Глубина скважины, м Depth of wells, m	Концентрация Mn, мг/дм <sup>3</sup> Mn concentration, mg/dm <sup>3</sup>
<i>Суздальский район / Suzdal district</i>				
д. Багриново / Bagrinovo village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	23	<b>0.12 ± 0.01*</b>
с. Спасское-Городище the village of Spasskoye-Gorodishche	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	27	<b>0.19 ± 0.03</b>
с. Обращиха / the village of Obversiha	Подземный / Underground	Колодец / Water well	14	0.013 ± 0.004
д. Зелени / village of Greenery	Подземный / Underground	Колодец / Water well	6	0.01 ± 0.003
с. Ославское / village of Oslavskoye	Подземный / Underground	Колодец / Water well	8	<b>0.19 ± 0.02</b>
д. Песочное / Pesochnoye village	Подземный / Underground	Колодец / Water well	17	0.01 ± 0.002
		Скважина / Water supply well	137	0.02 ± 0.003
с. Суромна / the village of Suromna	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	20	<b>0.76 ± 0.03</b>
с. Санино / the village of Sanino	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	23	0.07 ± 0.004
п. Сокол / Sokol village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	29	<b>0.12 ± 0.005</b>
с. Горицы / Goritsy village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	30	<b>0.2 ± 0.008</b>
с. Якиманское / Yakimanskoye village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	32	0.098 ± 0.005
д. Абакумлево / Abakumlevo village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	37	<b>0.17 ± 0.02</b>
с. Боголюбово / Bogolyubovo village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	70	0.01 ± 0.002
с. Воскресенская Слободка village of Voskresenskaya Slobodka	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	82	0.07 ± 0.005
<i>Камешковский район / Kameshkovsky district</i>				
д. Филяндино / Filyandino village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	27	<b>0.54 ± 0.02</b>
с. Второво / the village of the Vrorovo	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	70	0.007 ± 0.002
д. Тереховицы / Terekhovitsy village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	30	<b>0.7 ± 0.05</b>
д. Боковино / Bokovino village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	10	0.05 ± 0.004
д. Степаниха / Stepanikha village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	37	0.06 ± 0.005
<i>Петушинский район / Petushinsky district</i>				
г. Петушки / Petushki	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	23	<b>0.28 ± 0.02</b>
д. Метенино / Mitenino village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	20	<b>0.12 ± 0.008</b>
			59	0.02 ± 0.004
<i>Кольчугинский район / Kolchuginsky district</i>				
д. Снегирево / Snegirevo village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	30	0.02 ± 0.003
п. Бавлены / the village of Bavlen	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	100	0.01 ± 0.002
<i>Судогодский район / Sudogodsky district</i>				
д. Фрязино / Fryazino village	Подземный / Underground	Колодец / Water well	10	<b>0.75 ± 0.04</b>
д. Веригино / Verigino village	Подземный / Underground	Колодец / Water well	12	0.06 ± 0.005
п. Улыбышево the village of Smybyshevo	Подземный / Underground	Колодец / Water well	16	<b>0.24 ± 0.02</b>
		Скважина / Water supply well	36	0.07 ± 0.006
п. Вяткино / Vyatkino village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	30	0.07 ± 0.005
д. Байгуши / Baigushi village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	40	0.02 ± 0.002
д. Исаково / Isakovo village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	70	0.003 ± 0.001
с. Чамерево / village of Chamerevo	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	35	0.04 ± 0.004
<i>Собинский район / Sobinsky district</i>				
с. Бабаево / Babaevo village	Подземный / Underground	Колодец / Water well	10	0.02 ± 0.003
д. Уварово / village of Uvarovo	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	38	0.04 ± 0.003
д. Бурькино / Burykino village	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	39	<b>0.12 ± 0.01</b>
<i>Юрьев-Польский район / Yuryev-Polsky district</i>				
г. Юрьев-Польский / Yuryev-Polsky	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	18	0.025 ± 0.003
с. Чеково / the village of Chekovo	Подземный / Underground	Скважина / Water supply well	24	<b>0.3 ± 0.03</b>

Примечание. \* – жирным шрифтом выделены превышения ПДК по марганцу для воды хозяйственно-питьевого назначения.

Note: \* – the excess of the maximum permissible concentration for manganese for household and drinking water is highlighted in bold.

Глубина колодцев и скважин, из которых отобраны пробы воды с превышением ПДК по марганцу, небольшая: для колодцев – 8–16 м, для скважин – 20–39 м. Это говорит о том, что население берет воду для питьевых целей из первых от поверхности водоносных горизонтов и комплексов. Но именно для этих водных комплексов (четвертичный и юрско-меловой) характерно повышенное содержание железа и марганца, обусловленное спецификой геохимического состава водовмещающих пород данных территорий. В основном это пески, приуроченные к четвертичным и юрско-меловым отложениям. Железомарганцевая минерализация в этих отложениях связана с сидеритами, которые обычно приурочены к линзовидным прослоям песчаников и алевроитов. Содержание железа в прослоях может составлять 11–26,5%, марганца – 2,5–3,6% [19]. Выщелачивание данных элементов приводит к попаданию их в водоносные горизонты, активно используемые населением для питьевых целей. Практически каждый район Владимирской области имеет свою специфику водопользования и особенности загрязнения подземных вод. Так, например, в Суздальском районе основным водоносным является горизонт, приуроченный к нижнемеловым отложениям. Данный горизонт представлен в основном песками, залегающими на глубине 20–40 м, и является достаточно обильным (10–20 м<sup>3</sup>/ч), но имеющим превышения по жёсткости, солесодержанию, железу, марганцу. В посёлках и деревнях Петушинского района в воде песчаных слоёв также обнаруживается значительное содержание железа и марганца. Таким образом, часть жителей Владимирской области, проживающих в сельской местности и использующих воду неглубоких подземных источников, подвержены опасности употребления питьевой воды с высоким содержанием марганца.

Необходимо отметить, что удаление марганца из воды – проблема сложная и дорогостоящая. Для жителей региона, использующих питьевую воду центрального водоснабжения, эта проблема, как видно из результатов исследования, практически решена за счёт использования свободной от загрязнений подземной воды водоносного верхнекаменноугольного карбонатного комплекса – гжельско-ассельского и касимовского водоносных горизонтов, представленных известняками, артезианских (глубина скважин – 50–230 м) (см. табл. 1). В тех случаях, когда артезианская вода, подаваемая для использования в центральном водоснабжении, всё-таки содержит загрязняющие примеси, такие как железо, марганец, что в большей степени связано с гидрогеохимическими аномалиями в некоторых районах области, проводится модернизация или строительство новых современных очистных станций водоподготовки. Так, в начале 2020 г. была запущена новая станция водоподготовки в г. Суздале. С 1968 по 2020 г. из артезианских скважин водозабора г. Суздаля вода без предварительной водоподготовки подавалась в центральную систему водоснабжения города. Показатель жёсткости составлял 10,5 мг-экв/л при нормативе до 7 мг-экв/л, содержание марганца – 1,6 мг/л при нормативе 0,1 мг/л, железа – 0,58 мг/л при нормативе 0,3 мг/л. Качественные показатели такой воды, подаваемой потребителям, соответствовали 3-му классу по ГОСТ 2761–84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения». Такую воду, согласно нормативным документам, перед подачей необходимо очищать методами аэрации, фильтрования, отстаивания, при необходимости использовать специальные реагенты.

Введение в строй новой автоматизированной станции водоподготовки благодаря государственной программе «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры во Владимирской области» (общая стоимость станции водоподготовки составляет 47,5 млн рублей) позволило проводить трёхступенчатую очистку различными сорбционными загрузками и довести содержание железа и марганца до нормативных значений, что подтверждается и данными настоящего исследования.

Ситуация, с которой сталкиваются жители сельской местности Владимирской области, использующие питьевую воду ненадлежащего качества, гораздо сложнее. Водоносные горизонты, из которых подаётся подземная вода для центрального водоснабжения в данных районах, жители не имеют права использовать согласно федеральному закону «О недрах», а там, где это разрешено, добывать воду из более глубоких скважин очень дорого. Районная администрация, отвечающая за качество воды, подаваемой населению, как правило, не имеет возможности финансирования и обустройства локальных модульных станций очистки воды, в том числе и для снижения содержания марганца. Тем не менее такие станции благодаря активной позиции местных жителей и привлечению средств из районных бюджетов начинают появляться, например, в сёлах Кидекша, Барское Городище Суздальского района, где для водоочистки применены современные методы безреагентного обезжелезивания и деманганации. Для снижения негативного влияния некачественной воды (с превышением показателя жёсткости, содержания железа, марганца) на здоровье детей во многих сельских и городских школах и дошкольных учреждениях активно устанавливаются пункты доочистки воды. Жителям области, имеющим индивидуальное водоснабжение из подземных источников, особенно в сельской местности, необходимо использовать фильтры доочистки воды от тех компонентов, которые характерны для подземных вод данных территорий, чтобы снизить негативное влияние некачественной питьевой воды на здоровье.

## Заключение

Проведённое исследование показало, что питьевая вода централизованного водоснабжения Владимирского региона по содержанию марганца соответствует нормативным требованиям и безопасна по данному показателю для здоровья проживающего населения. В то же время вода из питьевых подземных источников нецентрализованного водоснабжения имеет в ряде случаев превышение по марганцу, что связано прежде всего со спецификой геохимического состава водовмещающих пород данных территорий, приуроченных к четвертичным и юрско-меловым отложениям. Таким образом, часть жителей Владимирской области, проживающая в сельской местности, подвержена опасности употребления питьевой воды с высоким содержанием марганца. В этих случаях необходимо предусмотреть комплекс мер по улучшению качества водоснабжения населённых пунктов – установку локальных модульных станций очистки воды с применением современных методов безреагентного обезжелезивания и деманганации с использованием эффективного современного оборудования и фильтрующих материалов.

## Литература

(п.п. 12–15 см. References)

1. Национальные проекты. Чистая вода. Доступно: [https://национальныепроекты.рф/projects/zhile-i-gorodskaya-sreda/chistaya\\_voda](https://национальныепроекты.рф/projects/zhile-i-gorodskaya-sreda/chistaya_voda)
2. 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): 44–55. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.05>
3. Ежегодный доклад «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2020 году». Выпуск 28. Владимир; 2020.
4. Материалы к Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году» по Владимирской области. Владимир; 2021.
5. Сазонова О.В., Сергеев А.К., Чухакина Л.В., Рязанова Т.К., Сулакова Т.В. Анализ риска здоровью населения, обусловленного загрязнением питьевой воды (опыт Самарской области). *Анализ риска здоровью*. 2021; (2): 41–51. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.2.04>
6. Кичу П.Ф., Кислицына Л.В., Богданова В.Д., Сабирова К.М. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья насе-

## Original article

- ления Приморского края. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(1): 94–101. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-94-101>
7. Клейн С.В., Веквшинина С.А. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения. *Анализ риска здоровью*. 2020; (3): 49–60. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.06>
  8. Луговая Е.А., Степанова Е.М. Особенности состава питьевой воды Магадана и здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(3): 241–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-3-241-246>
  9. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Торотенкова Н.Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края. *Анализ риска здоровью*. 2016; (3): 35–43. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.3.04>
  10. Корчина Т.Я., Миняйло Л.А., Корчин В.И. Избыточная концентрация марганца в питьевой воде и риск для здоровья населения северного региона. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; (2): 28–33. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-299-2-28-33>
  11. Корчина Т.Я., Миняйло Л.А., Сафарова О.А., Корчин В.И. Сравнительные показатели содержания железа и марганца в волосах у женщин северного региона с различной очисткой питьевой воды. *Экология человека*. 2018; (4): 4–9. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-4-4-9>
  16. Трифонова Т.А., Марцев А.А., Селиванов О.Г., 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>
  17. Трифонова Т.А., ред. *Экологический атлас бассейна реки Клязьма: Человек в окружающей среде*. Владимир; 2018.
  18. Канатникова Н.В., Егорова Н.А., Захарченко Г.Л. Гигиеническая оценка подземных вод для централизованного питьевого водоснабжения г. Орла. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(4): 32–5.
  19. Шарков А.А. Марганценосность юрских отложений Окско-Цнинского вала. *Разведка и охрана недр*. 2011; (8): 16–25.
  20. Бирзуль А.Н., Питиляк Д.А. Сравнительная оценка методов удаления марганца из подземных вод. *Новые идеи нового века*. 2018; (3): 290–5.

## References

1. Natsional'nye proekty. Clean water. Available at: [https://национальныепроекты.рф/projects/zhile-i-gorodskaya-sreda/chistaya\\_voda](https://национальныепроекты.рф/projects/zhile-i-gorodskaya-sreda/chistaya_voda) (in Russian)
2. Zaytseva N.V., Sboev A.S., Kleyn S.V., Vekovshinina S.A. Drinking water quality: health risk factors and efficiency of control and surveillance activities by Rospotrebnadzor. *Анализ риска здоровью*. 2019; (2): 44–55. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.05> (in Russian)
3. Annual report «On the state of the environment and the health of the population of the Vladimir region in 2020». Issue 28. Vladimir; 2020. (in Russian)
4. 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)
5. Sazonova O.V., Sergeev A.K., Chupakhina L.V., Ryazanova T.K., Sudakova T.V. Analyzing health risks caused by contaminated drinking water (experience gained in Samara region). *Анализ риска здоровью*. 2021; (2): 41–51. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.2.04>.eng
6. Kiku P.F., Kislytsyna L.V., Bogdanova V.D., Sabirova K.M. Hygienic evaluation of the quality of drinking water and risks for the health of the population of the Primorye territory. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(1): 94–101. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-94-101> (in Russian)
7. Kleyn S.V., Vekovshinina S.A. Priority risk factors related to drinking water from centralized water supply system that create negative trends in population health. *Анализ риска здоровью*. 2020; (3): 49–60. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.06>.eng
8. Lugovaya E.A., Stepanova E.M. Features of the content of drinking water in the city of Magadan and population health. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(3): 241–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-3-241-246> (in Russian)
9. Goryaev D.V., Tikhonova I.V., Torotenkova N.N. Hygienic assessment of drinking water quality and health risks for Krasnoyarsk region population. *Анализ риска здоровью*. 2016; (3): 35–43. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.3.04>.eng
10. Korchina T.Ya., Minyaylo L.A., Korchin V.I. Excessive concentration of manganese in drinking water and the risk to the health of the population of the Northern region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; (2): 28–33. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-299-2-28-33> (in Russian)
11. Korchina T.Ya., Minyaylo L.A., Safarova O.A., Korchin V.I. Excessive concentration of manganese in drinking water and risk to the health of the population of the Northern region. *Ekologiya cheloveka*. 2018; (4): 4–9. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-4-4-9> (in Russian)
12. Diplock A.T. Antioxidant nutrients and disease prevention: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 53(1 Suppl.): 36–40. <https://doi.org/10.1093/ajcn/53.1.189Sb>
13. Khan K., Wasserman G.A., Liu X., Ahmed E., Parvez F., Slavkovich V., et al. Manganese exposure from drinking water and children's academic achievement. *Neurotoxicology*. 2012; 33(1): 91–7. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2011.12.002>
14. Bouchard M.F., Surette C., Cormier P., Foucher D. Low level exposure to manganese from drinking water and cognition in school-age children. *Neurotoxicology*. 2018; 64: 110–7. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2017.07.024>
15. Kullar S.S., Shao K., Surette C., Foucher D., Mergler D., Cormier P., et al. A benchmark concentration analysis for manganese in drinking water and IQ deficits in children. *Environ. Int.* 2019; 130: 104889. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.083>
16. Trifonova T.A., Martsev A.A., Selivanov O.G., 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> (in Russian)
17. 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; 2018. (in Russian)
18. Kanatnikova N.V., Egorova N.A., Zakharchenko G.L. Hygienic estimation of subsoil water for public drinking water supply of the city of Orel. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2015; 94(4): 32–5. (in Russian)
19. Sharkov A.A. The manganese-bearing of the Jurassic depositions of the Okско-Tsninsky bar. *Razvedka i okhrana nedr*. 2011; (8): 16–25. (in Russian)
20. Birzul' A.N., Pitilyak D.A. Comparative evaluation of manganese removal methods from ground waters. *Novye idei novogo veka*. 2018; (3): 290–5. (in Russian)