

УДК 543.3:628.1.033

ОЦЕНКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ С НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Н. И. ДРОЗДОВА¹⁾, О. В. КОВАЛЁВА¹⁾

¹⁾Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины,
ул. Советская, 104, 246028, г. Гомель, Беларусь

Проведена в динамике оценка показателей качества питьевой воды в населенных пунктах с нецентрализованным водоснабжением в районах потенциального влияния полигона ТКО г. Гомеля. На основе поквартального гидрохимического и органолептического анализа по 27 показателям проведена оценка соответствия питьевых вод нецентрализованного водоснабжения гигиеническим нормативам безопасности. Несоответствия установлены по 7 характеристикам. Выявлено превышение ПДК общего железа с кратностью 2,6–23,6 раза в 100 % проб с максимумом содержания в летне-осенний период. Для него характерна хаотичность, слабая связь с загрязнением другими компонентами. Перманганатная окисляемость в 44 % случаев превышала допустимые значения до 2,83 раза и коррелировала с содержанием общего железа в воде ($r = 0,71$). Содержание фосфатов в зимне-весенний период превышало ПДК в 1,3–1,5 раза в 50 % образцов. Единичные пробы в летне-осенний период характеризовались превышением ПДК нитратов до 1,6 раза. Результаты сезонных исследований состава вод за 2021–2024 гг. выявили основные загрязнители данных объектов: общее железо, нитраты, фосфаты, хлориды. Установлена достоверная обратная связь между содержанием общего железа, сульфатов и удаленностью объектов пробоотбора от границ тела полигона ТКО ($r = -(0,435–0,88)$ и $r = -0,69$ соответственно).

Ключевые слова: полигон твердых коммунальных отходов; вода; нецентрализованное водоснабжение; гидрохимические и органолептические показатели.

ASSESSMENT OF HYDROCHEMICAL INDICATORS OF DRINKING WATER QUALITY IN SETTLEMENTS WITH NON-CENTRALIZED WATER SUPPLY IN THE AREA OF A MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL

N. I. DROZDOVA^a, O. V. KOVALYOVA^a

^aFrancysk Skaryna Gomel State University,
104 Sovečkaja Street, Gomel 246028, Belarus
Corresponding author: O. V. Kovalyova (sanakovaleva@mail.ru)

Образец цитирования:

Дроздова НИ, Ковалёва ОВ. Оценка гидрохимических показателей качества питьевой воды в населенных пунктах с нецентрализованным водоснабжением в районе размещения полигона твердых коммунальных отходов. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2025;4:60–68.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-4-60-68>

For citation:

Drozдова NI, Kovalyova OV. Assessment of hydrochemical indicators of drinking water quality in settlements with non-centralized water supply in the area of a municipal solid waste landfill. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2025;4:60–68. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-4-60-68>

Авторы:

Наталья Ивановна Дроздова – кандидат химических наук, доцент; заведующий кафедрой химии, биологический факультет.

Оксана Владимировна Ковалёва – кандидат биологических наук, доцент; заведующий кафедрой экологии, геолого-географический факультет.

Authors:

Natalya I. Drozdova, PhD (chemistry), docent; head of the department of chemistry, faculty of biology.
drozdova@gsu.by

Oksana V. Kovalyova, PhD (biology), docent; head of the department of ecology, faculty of geology and geography.
sanakovaleva@mail.ru

The assessment of drinking water quality indicators in the settlements with non-centralized water supply in the areas of potential impact of Gomel landfill was carried out in dynamics. On the basis of quarterly hydrochemical and organoleptic analysis the conformity of drinking water of non-centralized water supply with hygienic safety standards was assessed for 27 indicators. Non-compliance was established for 7 characteristics. Exceedance of MAC of total iron with multiplicity of 2.6–23.6 times in 100 % of samples with maximum content in summer-autumn period was revealed. It is characterized by randomness, weak connection with pollution by other components. Permanganate oxidizability in 44 % of cases exceeded permissible values up to 2.83 times and correlated with the content of total iron in water ($r = 0.71$). Phosphate content in winter-spring period exceeded MAC 1.3–1.5 times in 50 % of samples. Single samples in summer-autumn period were characterized by exceeding MPC of nitrates up to 1.6 times. The results of seasonal studies of water composition for 2021–2024 revealed the main pollutants of these objects: total iron, nitrates, phosphates, chlorides. A reliable inverse relationship between the content of total iron, sulfates and the distance of sampling objects from the boundaries of the body of the landfill ($r = -(0.435-0.88)$ and $r = -0.69$, respectively) was established.

Keywords: solid municipal waste landfill; water; non-centralized water supply; hydrochemical and organoleptic indicators.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь, как и во многих других странах, отсутствуют современные технологические структуры обращения с отходами. Из образующихся отходов производства утилизируется лишь около 20 %, из твердых коммунальных отходов только 15 % перерабатывается для повторного использования. На сегодняшний день захоронение остается самым распространенным методом обезвреживания отходов производства и потребления [1].

В зонах влияния полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) формируются техногенные аномалии, носящие комплексный характер и затрагивающие все компоненты ландшафта: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы и растительность. Создаются аномальные геохимические поля, многокомпонентные по составу, со значительным превышением фоновых показателей [2; 3].

До настоящего времени на территории Республики Беларусь существуют населенные пункты, лишенные централизованного водоснабжения и испытывающие из-за непосредственной близости объектов хозяйствования значительную экологическую нагрузку, влияющую на качество питьевых вод из нецентрализованных источников. Среди факторов, приводящих к загрязнению воды из шахтных колодцев, выделяют их расположение в непосредственной близости от животноводческих комплексов, хозяйственных построек (сараев, септиков, выгребных ям, туалетов), сельхозугодий, где применяются минеральные и органические удобрения, полей фильтрации и полигонов ТКО, незащищенность верхних водоносных горизонтов.

Знания о состоянии подземных вод актуальны при изучении процессов формирования их качества в естественных и слабонарушенных условиях, для анализа текущей ситуации и выявления возможных негативных изменений в подземных водах на территориях, испытывающих антропогенную нагрузку. Особую значимость контроль состояния вод приобретает в населенных пунктах, лишенных централизованной системы водоснабжения, находящихся в зоне возможного влияния объектов хозяйствования, где подземные воды неглубокого залегания используются населением для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Цель исследований: оценить показатели качества питьевой воды в населенных пунктах с нецентрализованным водоснабжением, находящихся в районе размещения полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) г. Гомеля, выявить основные загрязнители вод, провести оценку сезонной и годичной динамики показателей.

Объектом исследований являлись воды из нецентрализованных источников водоснабжения (шахтных колодцев, частной скважины) в населенных пунктах (н. п.) Уза и Сосновка Гомельского р-на (рис. 1), находящихся в зоне потенциального влияния полигона ТКО г. Гомеля (в восточном и юго-западном направлении от полигона соответственно).

Как отмечалось авторами работ [4], анализ многолетних наблюдений за грунтовыми водами в зоне воздействия полигона ТКО г. Гомеля и прилегающей территории выявил, что основное направление грунтового потока – юго-западное¹. Грунтовые воды в зоне влияния полигона ТКО не защищены от проникновения загрязнения с земной поверхности. Процесс подтопления и поднятия уровня грунтовых вод к земной поверхности вызывает снижение защищенности грунтового водоносного горизонта. Вследствие отсутствия противифльтрационного экрана фильтрат из отвалов непосредственно попадает в грунтовые воды, что создает риски загрязнения водоносных слоев, питающих неглубокие шахтные колодцы, составляющие нецентрализованную систему водоснабжения в указанных населенных пунктах.

Удаленность объектов пробоборота от границ тела полигона составляла в населенном пункте Уза 1300–1500 м, в деревне Сосновка – около 2500 м. Глубина залегания зеркала воды от поверхности земли существенно варьировалась в шахтных колодцах, в том числе и по сезонам пробоборота, в среднем составляя 3–6 м.

¹Третьякова АВ. Пресные подземные воды территории Гомельской области: динамика, экология, особенности использования: автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. геол.-минералог. наук по специальности 25.01.07 – гидрогеология. Минск: НППГ по геологии; 2013. 22 с.

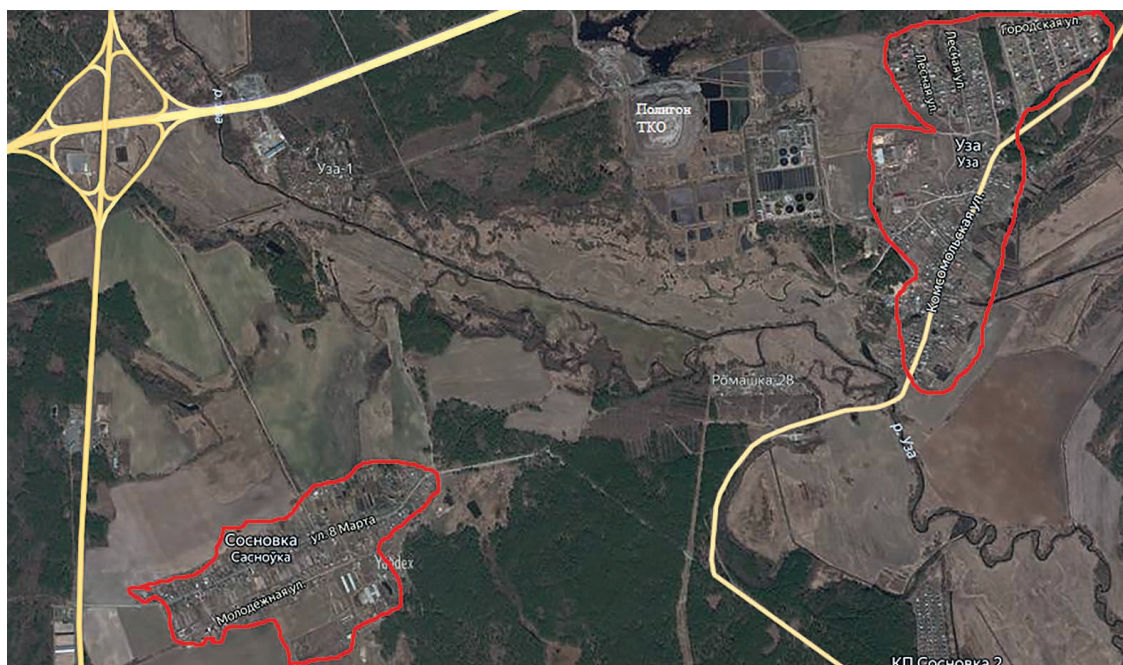


Рис. 1. Расположение н.п. Уза и Сосновка относительно полигона ТКО г. Гомеля

Fig. 1. Location of the villages of Uza and Sosnovka relative to the solid waste landfill of Gomel

Материалы и методы исследования

Безопасность питьевой воды по химическому составу оценивали по следующим группам показателей: органолептические показатели, обобщенные показатели, содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Республики Беларусь, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (ГН «Показатели безопасности питьевой воды»²). При обосновании набора определяемых показателей учитывали перечни химических веществ, наиболее часто обнаруживаемых в воде подземных водных объектов в зонах влияния полигонов ТКО: нефтепродукты, фенолы, ПАВ, железо, свинец, хлориды, аммоний.

Благоприятные органолептические свойства потребляемой воды зависят от двух групп показателей: органолептических, которые нормируются по интенсивности восприятия (запах, привкус, цветность, мутность), а также зависящих от наличия в воде химических веществ с органолептическим лимитирующим признаком (марганец, железо, медь, сульфаты, хлориды, цинк, полифосфаты, сероводород и др.). Оценка физиологической полноценности питьевой воды осуществляется на основании таких критериев, как общая минерализация, общая жесткость, содержание кальция, магния, калия, бикарбонатов, фторидов [5].

Для оценки показателей качества питьевой воды из нецентрализованной системы водоснабжения в населенных пунктах Уза и Сосновка Гомельского р-на, находящихся в районе размещения полигона ТКО г. Гомеля, использованы данные гидрохимического и органолептического анализа по 27 показателям, которые анализировали поквартально на протяжении 2024 г., а также сопоставляли с ранее полученными нами результатами исследований.

Пробоотбор осуществлялся непосредственно авторами статьи. Лабораторные исследования проводились в лабораториях кафедры химии учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» и в Гомельском областном центре гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья.

Результаты исследования и их обсуждение

Несоответствия установлены по 7 характеристикам: цветности, мутности воды, перманганатной окисляемости, общему железу, нитратам, фосфатам, хлоридам (табл. 1).

²Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37 [Электронный ресурс] // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 05.03.2021, 5/48783. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 28.02.2024).

Таблица 1

Гидрохимические показатели воды нецентрализованного водоснабжения в н. п. Уза и Сосновка

Table 1

Hydrochemical indicators of water from decentralized water supply in the settlements of Uza and Sosnovka

Объект	Сезон пробоотбора 2024 г.	Общая жесткость, мг-экв/дм ³	Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	Общее железо, мг/дм ³	Нитрат- ионы, мг/дм ³	Хлорид- ионы, мг/дм ³	Фосфат- ионы, мг/дм ³
Н. п. Уза, колодец 1	зима	8,40	3,37	0,96	7,94	385	0,71
	весна	9,06	2,70	1,64	6,73	278	1,34
	лето	2,00	12,75	3,38	4,10	678	<0,01
	осень	3,60	4,61	1,58	4,72	599	0,027
Н. п. Уза, колодец 2	зима	3,82	2,86	1,98	5,27	156	4,76
	весна	4,36	3,09	2,18	5,17	80	4,40
	лето	1,60	9,52	2,25	16,7	39	0,030
	осень	2,40	7,15	1,71	4,35	69	<0,01
Н. п. Уза, колодец 3	зима	9,15	2,03	0,78	2,37	320	4,67
	весна	9,84	2,38	0,96	3,02	213	5,24
	лето	2,40	8,91	1,38	16,0	265	0,75
	осень	3,20	8,91	2,35	16,9	629	1,60
Н. п. Уза, колодец 4	зима	9,62	2,41	3,12	7,43	14,2	2,60
	весна	10,65	2,70	2,78	5,00	23,6	3,08
	лето	2,40	19,81	4,33	13,2	6,08	2,98
	осень	2,80	19,51	7,08	71	<10	0,58
Н. п. Сосновка, шахтный колодец	зима	4,15	6,18	0,42	15,2	187	0,039
	весна	4,32	5,33	0,50	10,5	96	0,058
	лето	3,20	7,53	0,53	49,2	158	0,026
	осень	2,80	7,30	0,94	55,6	180	0,044
Н. п. Сосновка, частная скважина глубина 15 м	лето	4,80	5,15	0,43	68,5	41	<0,01
Гигиенические нормативы безопасности питьевой воды ³		не более 10	не более 7	0,3	Не более 45	Не более 350	Не более 3,5
Показатели физиологической полноценности питьевой воды ⁴		1,5–7,0					

Примечание. Жирным шрифтом выделены концентрации, превышающие ПДК.

³Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37 [Электронный ресурс] // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 05.03.2021, 5/48783. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 28.02.2024).⁴Там же.

Анализ органолептических показателей воды, отобранной из шахтных колодцев в вышеуказанных населенных пунктах, выявил несоответствие их гигиеническим нормативам по мутности и цветности. Цветность проб воды в 100 % случаев превышала допустимые значения в 1,1–4 раза. По показателю мутности превышение нормативов фиксировали в 80 % проб. При этом, в пределах н. п. Уза для вод шахтных колодцев отмечена существенная вариативность как по сезонам, так и выявлены достоверные различия по показателям между отдельными колодцами, что может быть связано с их состоянием и условиями эксплуатации, уровнем заполнения водой. Наибольшие значения мутности отмечали в летний и осенний периоды пробоотбора.

Данные, полученные нами в 2024 г., были сопоставлены с результатами наших наблюдений, проводимых с 2017 по 2021 г. В указанный период также неоднократно выявляли несоответствие цветности и мутности гигиеническим нормативам в среднем в 1,3 и 1,5 раза соответственно. Несоответствия могут быть связаны с природным свойством воды, обусловленным наличием в ней взвешенных веществ органического и минерального происхождения (органических коллоидов, глины, ила, соединений железа и т. п.). При высокой цветности и мутности воды ограничивается водопотребление, требуются дополнительные меры по осветлению и осаждению взвешенных компонентов.

Результат опробования воды из частной скважины в н. п. Сосновка не выявил несоответствия по цветности и мутности. Скважина удалена примерно на 100 м от шахтного колодца, имеет глубину около 15 м и, вероятно, забор воды в ней осуществляется из другого водоносного горизонта.

Значения кислотности воды варьировались в пределах 7,50–8,62 и соответствовали показателям качества. Значения окислительно-восстановительного потенциала воды (ОВП) соответствовали интервалам, характерным для питьевых вод (164–212 мВ) [6; 7].

Общая жесткость воды в колодцах н. п. Уза варьировалась в диапазоне 2,0–10,65 мг-экв/дм³. Требования гигиенических нормативов в отношении воды нецентрализованной системы водоснабжения устанавливают показатель общей жесткости не более 10 мг-экв/дм³. Однако с физиологической точки зрения, оптимальными значениями для питьевого и хозяйственно-бытового водопользования считается интервал 1,5–7,0 мг-экв/дм³.

Таким образом, в зимний и осенний периоды пробоотбора в 2024 г. вода большинства из проанализированных шахтных колодцев не соответствовала оптимальным значениям жесткости. В н. п. Сосновка как в воде шахтного колодца, так и в воде из частной скважины несоответствий по рассматриваемым параметрам не выявлено.

Перманганатная окисляемость образцов в 44 % случаев превышала допустимые значения до 2,8 раза и коррелировала с содержанием железа в воде ($r = 0,71$). Это санитарно-химический показатель эпидемической безопасности воды, позволяющий косвенно судить о количестве легко окисляемых органических веществ, содержащихся в ней. Повышенная окисляемость может указывать на загрязнение воды.

Анализ анионного состава воды установил несоответствия гигиеническим требованиям таких показателей, как содержание хлоридов, фосфатов и нитратов в отдельных объектах пробоотбора. Допустимые значения содержания хлоридов были превышены в 1,1–1,9 раза в воде шахтных колодцев 1 и 3 в н. п. Уза (рис. 2), содержание фосфатов в зимний и весенний периоды превышало ПДК в 1,3–1,5 раза в водах колодцев 2 и 3 (рис. 3).

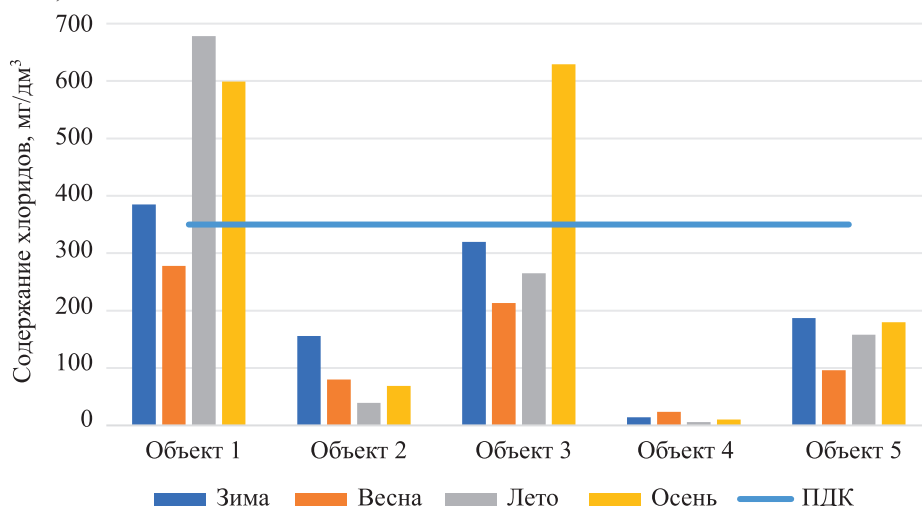


Рис. 2. Содержание хлоридов в воде из шахтных колодцев в н. п. Уза и Сосновка по сезонам пробоотбора в 2024 г.

Fig. 2. Chloride content in water from mine wells in Uza and Sosnovka by sampling seasons in 2024

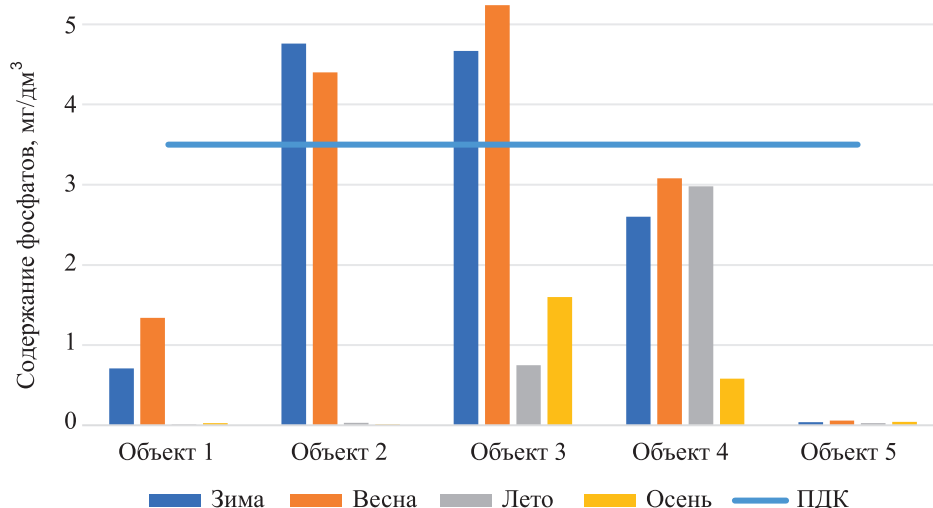


Рис. 3. Содержание фосфатов в воде из шахтных колодцев в н. п. Уза и Сосновка по сезонам пробоотбора в 2024 г.

Fig. 3. Phosphate content in water from mine wells in the villages of Uza and Sosnovka by sampling seasons in 2024

В пробах 2024 г. отбора превышения нормативов по азотсодержащим компонентам выявлены только в отношении содержания нитрат-ионов (рис. 4). В летний и осенний периоды содержание нитратов в воде шахтного колодца и в частной скважине в н. п. Сосновка превышало ПДК с кратностью 1,1–1,2 и 1,5 раза соответственно. Выявлены единичные случаи превышения содержания нитратов в воде шахтного колодца 4 в н. п. Уза. Превышение содержания нитратов в летний и осенний период, вероятно, связаны с сельскохозяйственной деятельностью (близко расположенные сельхозугодья, приусадебное хозяйство на территории размещения скважины).

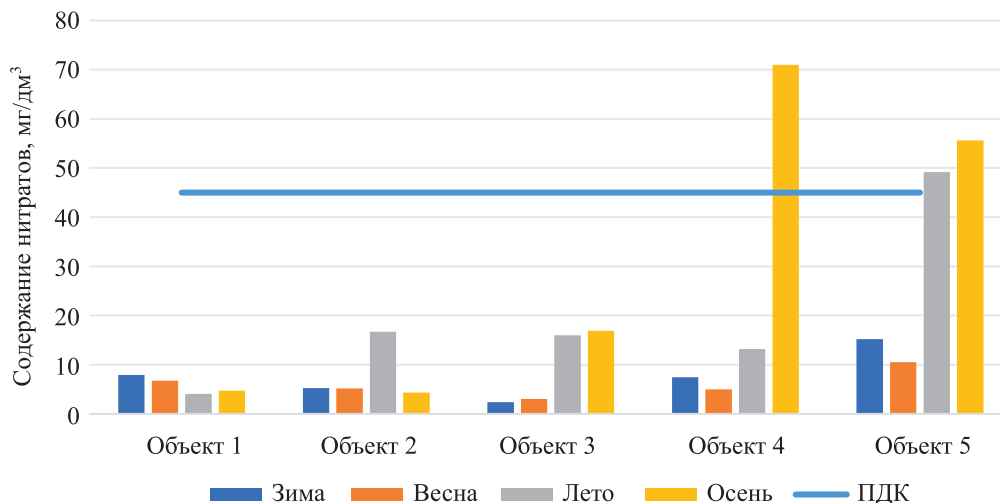


Рис. 4. Содержание нитрат-ионов в воде из шахтных колодцев в н. п. Уза и Сосновка по сезонам пробоотбора в 2024 г.

Fig. 4. Content of nitrate ions in water from mine wells in the settlements of Uza and Sosnovka by sampling seasons in 2024

По результатам поквартального анализа проб воды в 2024 г. выявлено, что содержание общего железа в 100 % проб превышало ПДК с кратностью 1,4–23,6 раза, что указывает на несоответствие воды требованиям ТНПА. Данная ситуация является характерной для подземных вод Республики Беларусь, в которых содержание железа может превышать ПДК до нескольких десятков раз. Повышенное содержание железа ухудшает органолептические показатели качества воды, приводит к появлению цветности, повышению мутности за счет образования органических и неорганических коллоидов. Высокие концентрации железа в воде делают ее непригодной к употреблению без дополнительных мер по очистке.

Нами установлено достоверное увеличение содержания железа в пробах воды летнего и осеннего периода 2024 г., что может быть связано с высокими температурами и уменьшением количества осадков, снижением уровня воды в колодцах, а следовательно, и повышением относительного содержания железа. На рис. 5 представлена диаграмма размаха содержания железа по сезонам пробоотбора в 2024 г.

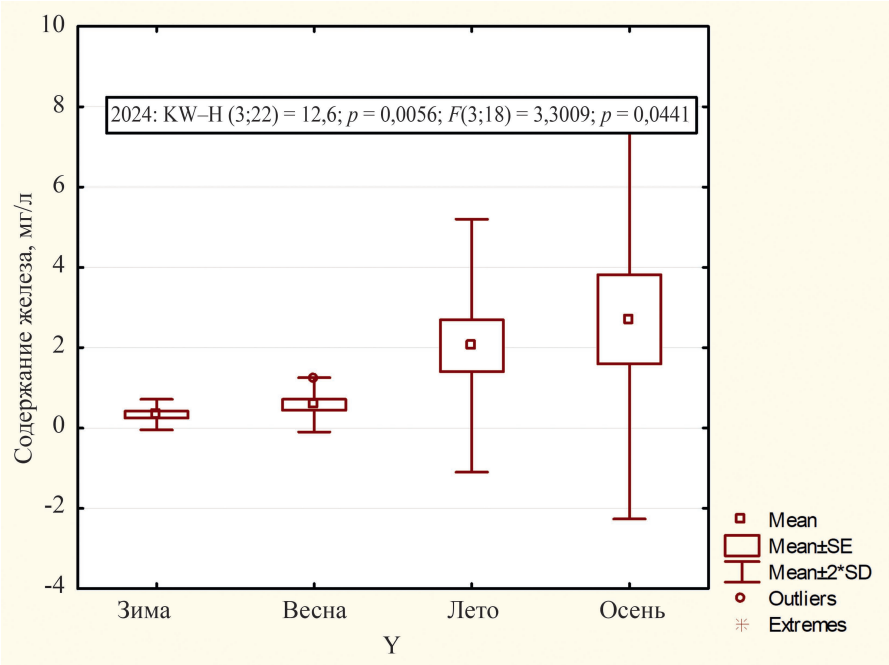


Рис. 5. Диаграмма размаха содержания железа в объектах пробоотбора в 2024 г.

Fig. 5. Range diagram of iron content in sampling objects in 2024

Анализ среднегодовых концентраций, полученных нами в период наблюдений 2021–2024 гг., выявил существенную вариативность содержания общего железа (рис. 6), а также отсутствие сходных тенденций в их изменении по объектам пробоотбора. Это указывает на сложный характер формирования суммарного содержания железа [8].

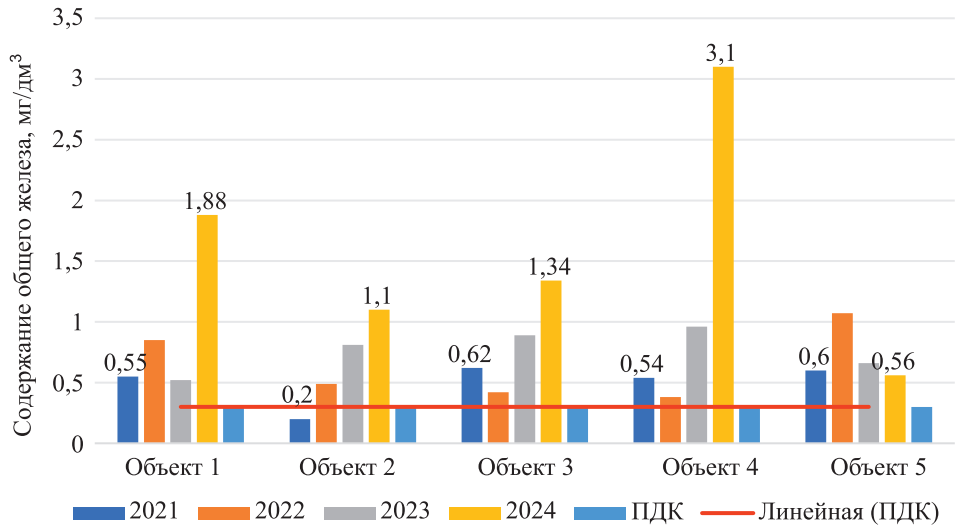


Рис. 6. Среднегодовые концентрации общего железа в воде шахтных колодцев

Fig. 6. Average annual concentrations of total iron in mine well water

Для оценки связи между значениями отдельных гидрохимических показателей и удаленностью объектов водоотбора от границ тела полигона произведен расчет коэффициентов корреляции. Их значения для общего железа, полученные в разные периоды водоотбора на протяжении 2021–2024 гг., варьировали в диапазоне минус (0,44÷0,88), что указывает на обратную связь от слабой до высокой силы. Таким образом, помимо естественного высокого содержания общего железа в подземных водах невысокого уровня залегания, существует потенциальная вероятность дополнительного вклада фильтрационных стоков полигона ТКО.

Обратная корреляция от слабой до средней силы выявлена для пары: содержание сульфатов / удаленность от полигона ($r = -0,69$), для фосфатов ($r = -0,39$).

Таким образом, анализ качества воды нецентрализованной системы водоснабжения в н. п. Уза и Сосновка, расположенных в зоне потенциального влияния полигона ТКО г. Гомеля, выявил несоответствие по некоторым гигиеническим нормативам (табл. 2) и показателям физиологической полноценности питьевой воды, позволил установить покомпонентную характеристику ее загрязненности от единичной (по содержанию нитратов) до характерной (по общему железу).

Таблица 2

Количественная оценка основных показателей вод из шахтных колодцев, несоответствующих ТНПА за 2024 г.

Table 2

Quantitative assessment of the main indicators of water from mine wells that do not comply with regulatory legal acts for 2024

Параметры	Железо общее	Перманганатная окисляемость	Хлориды	Фосфаты	Нитраты
Район Гомельского полигона ТКО, н. п. Уза (1200–1400 м от полигона)					
$\frac{min-max}{\text{среднее содержание}}$	$\frac{0,42-7,08}{2,40}$	$\frac{2,03-19,81}{7,04}$	$\frac{10-678}{235}$	$\frac{0,01-4,76}{1,93}$	$\frac{3,02-71,0}{11,87}$
Кратность превышения ПДК	2,6–23,6	1,3–2,8	1,1–2,3	1,3–1,5	до 1,58
Частота превышения ПДК, %	100	43,8	18,8	25	6,25
Характеристика загрязненности воды	Характерная	Устойчивая	Неустойчивая		Единичная
Район Гомельского полигона ТКО, н.п. Сосновка (2500 м от полигона)					
$\frac{min-max}{\text{среднее содержание}}$	$\frac{0,42-0,94}{0,60}$	$\frac{5,33-7,53}{6,18}$	$\frac{96-187}{155}$	$\frac{0,026-0,058}{0,042}$	$\frac{10,5-55,6}{32,6}$
Кратность превышения ПДК	1,4–3,2	1,1	–	–	1,1–1,2
Частота превышения ПДК, %	100	25	–	–	50
Характеристика загрязненности воды	Характерная	Неустойчивая	–	–	Характерная

Заключение

Проведена в динамике оценка показателей качества питьевой воды в населенных пунктах с нецентрализованным водоснабжением в районах потенциального влияния полигона ТКО г. Гомеля. На основе гидрохимического и органолептического анализа по 27 показателям проведена оценка соответствия питьевых вод нецентрализованного водоснабжения гигиеническим нормативам безопасности. Несоответствия выявлены по 7 характеристикам: мутности, цветности, перманганатной окисляемости, содержанию общего железа, нитратов, фосфатов, хлоридов.

Установлено превышение ПДК общего железа с кратностью 1,4–23,6 раза в 100 % проб с максимумом содержания в летне-осенний период. Для него характерна хаотичность, слабая связь с загрязнением другими компонентами. Перманганатная окисляемость в 44 % случаев превышала допустимые значения до 2,83 раза и коррелировала с содержанием железа в воде ($r = 0,71$). Содержание фосфатов в зимне-весенний период превышало ПДК в 1,3–1,5 раза в 50 % образцов. Единичные пробы в летне-осенний период характеризовались превышением ПДК нитратов до 1,6 раза.

Установлена достоверная обратная связь между содержанием общего железа, сульфатов и удаленностью объектов пробоотбора от границ тела полигона ТКО ($r = -(0,435-0,88)$ и $r = -0,69$ соответственно).

Определение показателей качества питьевой воды из источников нецентрализованного питьевого водоснабжения позволяет своевременно выявить нарушение режимов и проанализировать причины их возникновения, включая анализ местоположения объектов водоснабжения, с возможностью рекомендаций мероприятий для населения, направленных на улучшение качества воды.

Библиографические ссылки

1. Ковальчик НВ, Струк МИ, Хомич ВС. Сравнительная оценка управления отходами в Беларуси и Европейском союзе. Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. Химия. Биология. География. 2011;1:91–94.
2. Хомич ВС, Ковальчик НВ, Кухарчик ТН. Техногенные гидрогеохимические аномалии в зонах воздействия полигонов твердых отходов. Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. 2006;1:65–70.

3. Лысухо НА, Ерошина ДМ. *Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду*. Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова; 2011. 210 с.
4. Ковалева ОВ, руководитель. *Оценка современного состояния подземных вод и разработка рекомендаций по предотвращению их загрязнения в районе полигонов нетоксичных промышленных и твердых коммунальных отходов. Отчет о НИР (заключ.)*. Гомель: [и. н.]; 2015. 60 с.
5. Семёнов ИП, Скоробогатая ИВ. *Гигиеническая оценка качества питьевой воды*. Минск: БГМУ; 2023. 32 с.
6. Кичигин ВИ ГазизовНА, Салихова АР. Исследование влияния изменения ионного состава воды на величины ее окислительно-восстановительного потенциала и дзета-потенциала. *Градостроительство и архитектура*. 2019;9(1):35–46.
7. Шигалева ТД, Поляк ЮМ, Кудрявцева ВА. Окислительно-восстановительный потенциал как показатель состояния объектов окружающей среды. *Междисциплинарный научный и прикладной журнал. Биосфера*. 2020;12(3):111–124.
8. Дроздова НИ, Рудник АС. Сезонная динамика содержания общего железа в природных водах из децентрализованных источников водоснабжения. В: *Сборник статей по материалам VIII Международной заочной научно-практической конференции молодых ученых «Фундаментальные и прикладные исследования в современной химии и фармация»*. Нежин: НГУ им Н Гоголя; 2021. с. 37–40.

References

1. Kovalchik NV, Struk MI, Khomich VS. *Sravnitel'naya otsenka upravleniya otkhodami v Belarusi i Evropeiskom Soyuze* [Comparative assessment of waste management in Belarus and the European Union]. *Vestnik Belorussian state University. Series 2. Chemistry. Biology. Geography*. 2011;1:91–94. Russian.
2. Khomich VS, Kovalchik NV, Kukharchik TN. *Tekhnogennyye gidrogeokhimicheskie anomalii v zonakh vozdeistviya poligonov tverdykh otkhodov* [Man-made hydrogeochemical anomalies in the zones of solid waste landfill impact]. *Vestnik Belorussian state University. Series 2*. 2006;1:65–70. Russian.
3. Lysukho NA, Eroshina DM. *Otkhody proizvodstva i potrebleniya, ikh vliyanie na prirodnuyu sredu* [Production and consumption waste, their impact on the environment]. Minsk: A. D. Sakharov MSEU; 2011. 210 p. Russian.
4. Kovaleva OV, head. *Otsenka sovremennogo sostoyaniya podzemnykh vod i razrabotka rekomendatsii po predotvrashcheniyu ikh zagryazneniya v raione poligonov netoksichnykh promyshlennykh i tverdykh kommunal'nykh otkhodov. Otchet o NIR (zaklyuchenie)* [Assessment of the current state of groundwater and development of recommendations for preventing their pollution in the area of non-toxic industrial and municipal solid waste landfills. Research report (concluding)]. Gomel: [publisher unknown]; 2015. 60 p. Russian.
5. Semenov IP, Skorobogataya IV. *Gigienicheskaya otsenka kachestva pit'evoy vody* [Hygienic assessment of drinking water quality: a teaching aid]. Minsk: BSMU; 2023. 32 p. Russian.
6. Kichigin VI, GazizovNA, Salikhova AR. *Issledovanie vliyaniya izmeneniya ionnogo sostava vody na velichiny ee okislitel'no-vosstanovitel'nogo potentsiala i dzeta-potentsiala* [Study of the influence of changes in the ionic composition of water on the values of its oxidation-reduction potential and zeta potential]. *Urban planning and architecture*. 2019;9(1):35–46. Russian.
7. Shigaleva TD, Polyak YuM, Kudryavtseva VA. *Okislitel'no-vosstanovitel'nyi potentsial kak pokazatel' sostoyaniya ob"ektov okruzhayushchei sredy* [Oxidation-reduction potential as an indicator of the state of environmental objects]. *Interdisciplinary scientific and applied journal. Biosphere*. 2020;12(3):111–124. Russian.
8. Drozdova NI, Rudnik AS. *Sezonnaya dinamika sodержaniya obshchego zheleza v prirodnykh vodakh iz detsentralizovannykh istochnikov vodosnabzheniya* [Seasonal dynamics of total iron content in natural waters from decentralized water supply sources]. In: *Collection of articles based on the materials of the VIII International Correspondence Scientific and Practical Conference of Young Scientists «Fundamental and Applied Research in Modern Chemistry and Pharmacy»*. Nizhyn: N. Gogol NSU; 2021. p. 37–40. Russian.

Статья поступила в редколлегию 19.08.2025.
Received by editorial board 19.08.2025.