

ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72>

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ ПИТЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ГОРОДА УФА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Научная статья

Минина Н.Н.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0001-6343-7283;¹ Уфимский университет науки и технологий, Бирск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (mnn27[at]mail.ru)

Аннотация

В статье приведены результаты анализа воды централизованного водоснабжения в 5 точках города Уфы Республики Башкортостан. Были исследованы пять точек проб воды в микрорайонах города Уфы на санитарно-химические показатели: железо, жесткость общая, сульфаты, нитраты, хлороформ, нефтепродукты. В статье приведены результаты исследований за 2022-2023 гг. По полученным данным, можно сделать вывод о том, что в 2022 году по сравнению с 2023 годом содержание железа в исследуемой воде микрорайона Сипайлово превышена ПДК на 0,1 мг/дм³. Проведенные исследования воды показывают, что в 2022 году в микрорайоне Центр выявлено превышение ПДК по содержанию сульфатов, а в 2023 году не выявлено. В 2023 году превышена показатель воды по жесткости в микрорайонах Дема и Центр. Содержание хлороформа, нефтепродуктов, нитратов в точках отбора воды микрорайонов города Уфа не превышают ПДК.

Ключевые слова: санитарно-химические показатели, ПДК, вода, централизованное водоснабжение, питьевые источники.

RESULTS OF RESEARCH INTO THE SANITARY AND CHEMICAL INDICATORS OF DRINKING WATER SOURCES IN UFA, REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Research article

Minina N.N.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0001-6343-7283;¹ Ufa University of Science and Technology, Birsik, Russian Federation

* Corresponding author (mnn27[at]mail.ru)

Abstract

The article provides the results of an analysis of water from the centralised water supply at 5 points in Ufa, Republic of Bashkortostan. Five water sampling points in microdistricts of the city of Ufa were tested for sanitary and chemical indicators: iron, total hardness, sulphates, nitrates, chloroform, and petroleum products. The paper presents the results of studies for 2022–2023. Based on the obtained data, it can be concluded that in 2022, compared to 2023, the iron content in the studied water of the Sipailovo microdistrict exceeded the maximum allowable concentration (MAC) by 0.1 mg/dm³. Water studies show that in 2022, the maximum permissible concentration for sulphate content was exceeded in the Centre microdistrict, while in 2023, no exceedance was detected. In 2023, the water hardness index was exceeded in the Dema and Centre microdistricts. The content of chloroform, petroleum products and nitrates at water sampling points in the microdistricts of Ufa does not exceed the MAC.

Keywords: sanitary and chemical indicators, MAC, water, centralised water supply, drinking water sources.

Введение

В настоящее время происходит интенсивное загрязнение поверхностных и подземных водных источников, в результате которого каждая пятая проба воды не отвечает установленным гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, а каждая десятая — по санитарно-микробиологическим. Помимо того, что в значительном числе случаев состояние водных источников оценивается как критическое, оно имеет опасную тенденцию дальнейшего ухудшения [1].

Проблема обеспечения населения питьевой водой надлежащего качества стояла достаточно остро на протяжении всей истории цивилизованного общества. Растущая активность человека, включая рост населения, увеличение промышленного производства и появление крупных городских агломераций, нуждающихся в больших объемах питьевой воды, превратила запасы пресной воды в ценный природный ресурс. Однако в последние годы главной задачей является не только обеспечение населения достаточным количеством воды [2]. Загрязнение водных ресурсов, которое приводит к изменению состава поверхностных и подземных вод, также имеет большое значение в настоящее время. Здоровье человека и продолжительность его жизни во многом определяются качеством воды, которое может вызывать инфекционные и неинфекционные заболевания, генетические заболевания, а также влиять на развитие организма [3]. Поэтому питьевая вода должна быть безвредной по основным химическим показателям [4].

Поскольку состав природных вод формируется под влиянием геологических условий, гидрологических явлений и антропогенного воздействия [5], некоторые обобщенные показатели, являющиеся основными технологическими параметрами для анализа работы водоочистных сооружений (мутность, цветность, окисляемость), содержат загрязняющие вещества различной природы (как природные, так и антропогенные) [1].

Повышенная антропогенная нагрузка на водные источники приводит к нарушениям биологического кругооборота веществ изменению характеристик, можно предположить, что чем выше антропогенное воздействие, тем ниже качество воды на исследуемой территории [6]. При этом качество воды, поступающей населению, формируется не на водопроводных станциях, а там, где начинается антропогенное влияние на ее состав в поверхностных водоемах или подземных источниках. Прежде всего, основными источниками загрязнения водной среды являются промышленные объекты осуществляющие сброс отработанных вод в водоемы и ряд загрязняющих веществ в атмосферу (пыли, свинца и диоксида серы, оксидов азота, углеводородов, угарного газа и многих других) [7], [8]. Эти вещества в зимний период аккумулируются в снеговом покрове и, в последствии, с тальми водами поступают в подземные поверхностные воды и в конечном итоге поступает в качестве питьевой воды населению [9]. Если во время исследования выявиться нестандартные образцы, то это позволит улучшить качество воды и снизить заболеваемость населения [10].

Методы и принципы исследования



Рисунок 1 - Точки отбора проб в городе Уфа. Условные обозначения:
точка 1 - Шакша; точка 2 - Черниковка; точка 3 - Сипайлово; точка 4 - Дема; точка 5 - Центр
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72.1>

Нами была проанализирована вода централизованного водоснабжения в 5 точках города Уфы, согласно территориальным особенностям города [11]. Данные приведены на рисунке 1.

Исследования проводились по стандартной методике [12]. Показатели оценивались в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [4].

Бактериальные загрязнения источников водоснабжения могут явиться причиной многих эпидемий. Методика исследования прописана в Методических указаниях [11]. Питьевую воду исследуют на ОМЧ (общее микробное число), ОКБ (общие колиформные бактерии), *E. coli*, энтерококк, по эпидемиологическим показаниям на колифаги и возбудители кишечных инфекций. ОМЧ воды определяют глубинным методом посева на агар питательный по 2 объёма по 1 мл. Изучение питьевой воды на ОКБ, *E. coli*, проводят методом мембранных фильтров. При таких исследованиях фильтры помещаются на пластинчатую фуксин-сульфитную среду Эндо, затем переносятся в термостат (37, выдерживают в течение суток). При обнаружении на данной среде колоний подозрительных, их пересевают на среду Гисса полужидкую, включающую лактозу, затем готовятся мазки, с последующим окрашиванием по Граму, а уже затем микроскопируют. Основным показателем фекального загрязнения, который можно определить при лабораторном контроле воды абсолютно для всех видов водопользования служат энтерококки. Исследуются по два объёма, а в последующем производится пересчет на 100 см³. При исследованиях воды диаметры фильтров могут быть 35 мм (в этом случае на двух фильтрах должно быть не более 50 КОЕ) или 47 мм (тогда не более 100 колоний). При проведении исследовании питьевой воды в учет выбираются все фильтры, где отмечается рост колоний. Исследуемый объем воды отфильтровывают через мембранные фильтры, а затем их, не переворачивая, переносят, на любые плотные среды. При этом необходимо обеспечить полное прилегание к среде фильтра, так, чтобы не было воздушных пузырьков. Чашки необходимо поместить в термостат вверх дном и инкубировать 24–48 ч при температуре (37±1)°C. Сальмонеллы определяются в воде, если установлены превышения нормативов основных индикаторных показателей, либо по эпидемическим показаниям. Данная группа определяется в 1 дм³ воды для доказательства их отсутствия/присутствия. Также для анализа воды исследуются колифаги, являющиеся бактериальными вирусами (бактериофагами), которые заражают *Escherichia coli* и, поэтому, формируют бляшки или зоны лизиса культуры

бактерий. При определении колифагов в различных видах питьевой воды происходит вначале предварительное накопление их в среде обогащения на чистой культуре *E.coli*, а уже затем последующее обнаружение зон лизиса, проявляющихся как участки просветления на питательном агаре газона *E.coli*. Для проведения санитарно-гигиенических исследований качества воды применяется физико-химические методы:

- спектрофотометрия, в т. ч. фотометрия и ИК – спектрометрия, – атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС): с пламенной атомизацией, с электротермической атомизацией, гидридным методом, методом «холодного пара»;
- хроматографические (газовая, высокоэффективная жидкостная, тонкослойная);
- электрохимические методы (ионометрия, потенциометрия);
- капиллярный электрофорез;
- люминесцентный/флуоресцентный метод;
- метод иммуноферментного анализа (ИФА);
- другие физико-химические методы (кондуктометрический, рефрактометрический, манометрический и др.).

Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) является одним из наиболее распространенных аналитических методов при санитарно-гигиенических исследованиях воды и находит все более широкое применение для количественного определения малых концентраций элементов, прежде всего металлов: железа, меди, цинка, марганца, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка. В лаборатории применяется метод капиллярного электрофореза (КЭ). Метод КЭ основан на разделении заряженных компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием электрического поля. Методом КЭ определяется катионный (ион аммония, натрий, калий, кальций, магний, стронций) и анионный (хлориды, сульфаты, нитраты, фториды) состав воды. Оценка качества воды также возможна только при комплексном ее исследовании с использованием всех выше перечисленных методов. Помимо физико-химических методов при исследовании воды используются органолептический, титриметрический, гравиметрический, визуально-колориметрический методы.

Основные результаты

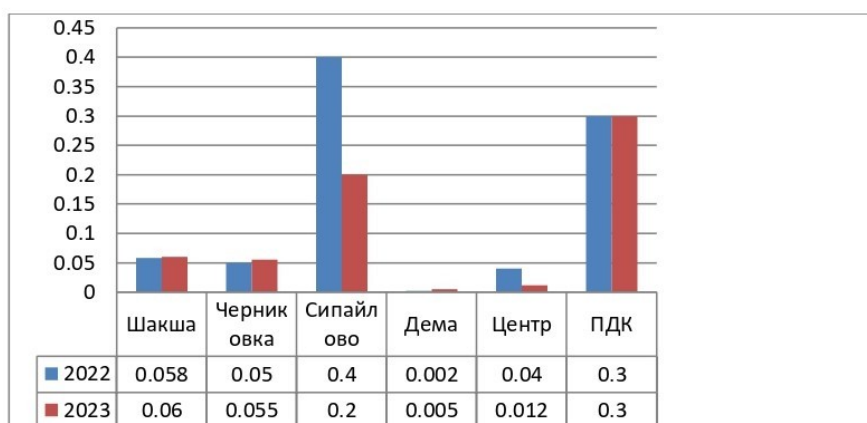


Рисунок 2 - Содержание железа в воде
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72.2>

Были исследованы пять точек проб воды в микрорайонах города Уфы на санитарно-химические показатели: железо, жесткость общая, сульфаты, нитраты, хлороформ, нефтепродукты. Данные по содержанию железа приведены на рисунке 2.

Результаты исследования показали, что превышение содержание железа в воде отмечается в 2022 году только в микрорайоне Сипайлово, в 2023 году в других микрорайонах не отмечалось превышение ПДК. Увеличение содержания железа в питьевой воде является следствием вторичного загрязнения воды, в связи с изношенностью трубопроводов.

По результатам содержания сульфатов отмечается превышение ПДК в 2022 году в микрорайоне Центр, в 2023 году превышение не было по исследуемым точкам микрорайона (рисунок 3).

Показатели по жесткости исследований воды в 2022 году не отмечены. В 2023 году превышение ПДК по жесткости отмечается в микрорайоне Дема и Центр (рисунок 4). Это обусловлено особенностями геологических пород региона. Размываясь, они обогащают речную и грунтовую воду ионами кальция и магния сверх установленной нормы.

С жесткостью питьевой воды, в совокупности с другими факторами среды обитания, могут быть связаны некоторые заболевания системы кровообращения, органов пищеварения, эндокринной системы, костно-мышечной системы, а также новообразования.

Показатели содержания нитратов в исследуемых точках воды микрорайонов не превышают ПДК за исследуемый период (рисунок 5).

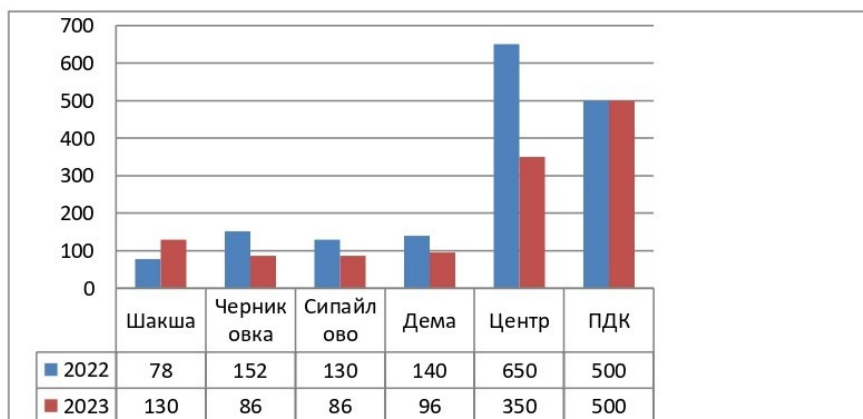


Рисунок 3 - Содержание сульфатов в воде
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72.3>

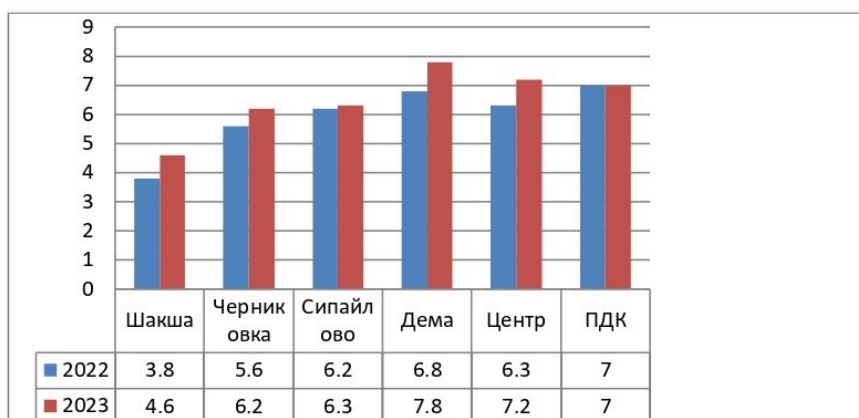


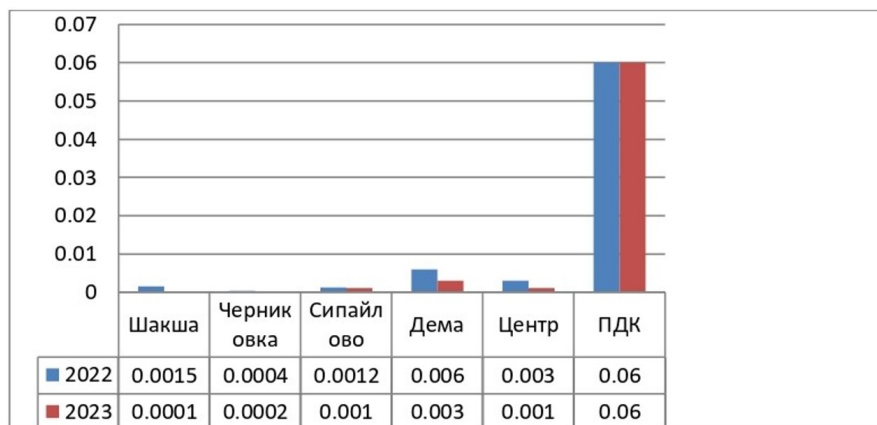
Рисунок 4 - Показатели жесткости в воде
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72.4>



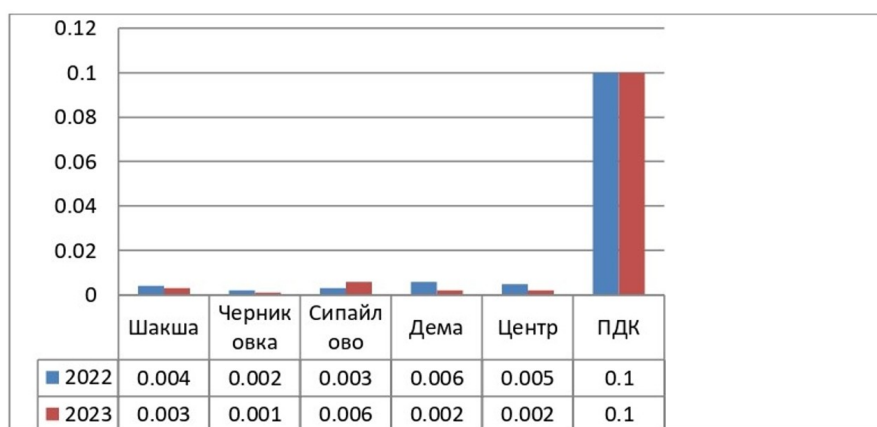
Рисунок 5 - Содержание нитратов в воде
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72.5>

При хлорировании воды могут оставаться следы хлороформа. Исследования по содержанию данного соединения показали его присутствие в точках отбора микрорайонов Шакша, Сипайлово, Дема, Центр, Черниковка в 2022–2023 годах. Однако показатели по хлороформу не превышают ПДК (рисунок 6а).

В результате проведенных исследований воды на содержание нефтепродуктов в 2022–2023 годах не выявлено превышение ПДК (рисунок 6б).



а



б

Рисунок 6 - Содержание хлороформа при хлорировании (а) и нефтепродуктов (б) в воде
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72.6>

Заключение

Таким образом, из пяти проб, исследованные на санитарно-химические показатели, превышение гигиенических нормативов выявлено в следующих точках отбора воды микрорайонов города Уфа. В 2022 году по сравнению с 2023 годом содержание железа в исследуемой воде микрорайона Сипайлово превышена ПДК, равно 0,4 мг/дм³. Допустимый предел концентрации железа в воде составляет 0,3 мг/дм³. Проведенные исследования воды показывают, что в 2022 году в микрорайоне Центр выявлено превышение ПДК по содержанию сульфатов, а в 2023 году не выявлено. Результат анализа равен 650 мг/дм³ при ПДК 500 мг/дм³. В 2023 году превышена показатель воды по жесткости в микрорайонах Дема — 7,8 мг/дм³ и Центр — 7,2 мг/дм³ при ПДК — 7 мг/дм³. Содержание хлороформа, нефтепродуктов, нитратов в точках отбора воды микрорайонов города Уфа не превышают ПДК.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Рецензия

Ефременко Е.С., Омский государственный медицинский университет, Омск Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72.7>

Review

Efremenko E.S., Omsk State Medical University, Omsk Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.159.72.7>

Список литературы / References

1. Федотов Р.В. Современные технологии очистки природных вод от антропогенных загрязнений / Р.В. Федотов, С.А. Щукин, А.О. Степаносьянц [и др.] // Современные наукоемкие технологии. — 2016. — № 9-3. — С. 452–456.
2. Минина Н.Н. Биомониторинг загрязнений окружающей среды населенных пунктов на примере с. Калинники Бирского Района Республики Башкортостан / Н.Н. Минина // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — №8 (146). — URL: <https://research-journal.org/archive/8-146-2024-august/10.60797/IRJ.2024.146.140> (дата обращения: 16.08.2024). — DOI: 10.60797/IRJ.2024.146.140.
3. Таубе П.Р. Химия воды и микробиология / П.Р. Таубе, А.Г. Баранова. — Москва: Книга по Требованию, 2013. — 280 с.

4. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. — Москва: Минюст России, 2021. — 1025 с.
5. Беус А.А. Геохимия окружающей среды / А.А. Беус, Л.И. Грабовская, Н.В. Тихонова. — Москва: Недра, 2018. — 248 с.
6. Злобина В.Л. Источники загрязнения подземных вод в зоне активного водообмена / В.Л. Злобина, Ю.А. Медовар, И.О. Юшманов // Восточно-Европейский научный журнал. — 2018. — № 2-2 (30). — С. 4–16.
7. Вождаева М.Ю. Молекулярно-массовое распределение растворённого органического вещества в водоисточниках и питьевой воде г. Уфы / М.Ю. Вождаева, Е.В. Вагнер, Л.И. Кантор [и др.] // Вестник Московского университета. Серия. 2. Химия. — 2016. — Т. 57. — № 4. — С. 292–299.
8. Туваанжав Г. Химический состав атмосферных осадков в окрестностях г. Улаанбаатара / Г. Туваанжав, Ж. Халзанхуу // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2005. — № 8 (46). — С. 76–80.
9. Живетина А.В. Сезонные особенности химического состава и качества воды в водохранилище руслового типа / А.В. Живетина, Д.Ю. Нохрин, М.А. Дерхо [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. — 2021. — Т. 7 (73). — № 1. — С. 259–276.
10. Красовский Г.Н. Классификация опасности веществ, загрязняющих воду / Г.Н. Красовский, Н.А. Егорова, И.И. Быков // Гигиена и санитария. — 2016. — № 2. — С. 5–8.
11. Сафиуллин М.Р. Территориальные особенности социодемографического развития Уфимской агломерации / М.Р. Сафиуллин // Успехи современного естествознания. — 2020. — № 9. — С. 88–93.
12. МУК 4.2.1018-01 «Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды» — Москва: Минюст России, 2021. — 145 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Fedotov R.V. Sovremennye tehnologii ochkistki prirodnyh vod ot antropogennyh zagraznenij [Modern technologies for purifying natural water from anthropogenic pollution] / R.V. Fedotov, S.A. Shhukin, A.O. Stepanos'janc [et al.] // Sovremennye naukoemkie tehnologii [Modern science-intensive technologies]. — 2016. — № 9-3. — P. 452–456. [in Russian]
2. Minina N.N. Biomonitoring zagraznenij okruzhajushhej sredy naselennyh punktov na primere s. Kalinniki Birsogo Rajona Respubliki Bashkortostan [Biomonitoring of environmental pollution in populated areas using the example of the village of Kalinniki in the Birsky District of the Republic of Bashkortostan] / N.N. Minina // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2024. — №8 (146). — URL: <https://research-journal.org/archive/8-146-2024-august/10.60797/IRJ.2024.146.140> (accessed: 16.08.2024). — DOI: 10.60797/IRJ.2024.146.140. [in Russian]
3. Taube P.R. Himija vody i mikrobiologija [Water chemistry and microbiology] / P.R. Taube, A.G. Baranova. — Moscow: Book on Demand, 2013. — 280 p. [in Russian]
4. SanPiN 1.2.3685-21. Gigienicheskie normativy i trebovanija k obespecheniju bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlja cheloveka faktorov sredy obitaniya [SanPiN 1.2.3685-21. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and/or harmlessness of environmental factors to humans]. — Moscow: Ministry of Justice of Russia, 2021. — 1025 p. [in Russian]
5. Beus A.A. Geohimija okruzhajushhej sredy [Environmental geochemistry] / A.A. Beus, L.I. Grabovskaja, N.V. Tihonova. — Moscow: Nedra, 2018. — 248 p. [in Russian]
6. Zlobina V.L. Istochniki zagrazneniya podzemnyh vod v zone aktivnogo vodoobmena [Sources of groundwater pollution in areas of active water exchange] / V.L. Zlobina, Ju.A. Medovar, I.O. Jushmanov // Vostochno-Evropejskij nauchnyj zhurnal [East European Scientific Journal]. — 2018. — № 2-2 (30). — P. 4–16. [in Russian]
7. Vozhdaeva M.Ju. Molekuljarno-massovoe raspredelenie rastvorjonnogo organicheskogo veshhestva v vodoistochnikah i pit'evoj vode g. Ufy [Molecular mass distribution of dissolved organic matter in water sources and drinking water in Ufa] / M.Ju. Vozhdaeva, E.V. Vagner, L.I. Kantor [et al.] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija. 2. Himija [Bulletin of Moscow University. Series 2. Chemistry]. — 2016. — Vol. 57. — № 4. — P. 292–299. [in Russian]
8. Tuvaanzhav G. Himicheskij sostav atmosferynh osadkov v okrestnostjah g. Ulaanbaatara [Chemical composition of atmospheric precipitation in the vicinity of Ulaanbaatar] / G. Tuvaanzhav, Zh. Halzanhuu // Bjulleten' VSNC SO RAMN [Bulletin of the Scientific Research Centre of the Russian Academy of Medical Sciences]. — 2005. — № 8 (46). — P. 76–80. [in Russian]
9. Zhivetina A.V. Sezonnye osobennosti himicheskogo sostava i kachestva vody v vodohranilishhe ruslovogo tipa [Seasonal characteristics of the chemical composition and quality of water in a channel-type reservoir] / A.V. Zhivetina, D.Ju. Nohrin, M.A. Derho [et al.] // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernad'skogo. Biologija. Himija [Scientific Notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry]. — 2021. — Vol. 7 (73). — № 1. — P. 259–276. [in Russian]
10. Krasovskij G.N. Klassifikacija opasnosti veshhestv, zagraznjajushhih vodu [Classification of the hazard posed by water pollutants] / G.N. Krasovskij, N.A. Egorova, I.I. Bykov // Gigena i sanitarija [Hygiene and Sanitation]. — 2016. — № 2. — P. 5–8. [in Russian]
11. Safiullin M.R. Territorial'nye osobennosti sociodemograficheskogo razvitiya Ufimskoj aglomeracii [Territorial features of socio-demographic development in the Ufa agglomeration] / M.R. Safiullin // Uspеhi sovremennogo estestvoznanija [Advances in Modern Natural Science]. — 2020. — № 9. — P. 88–93. [in Russian]
12. МУК 4.2.1018-01 «Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды» [MUK 4.2.1018-01 'Sanitary and microbiological analysis of drinking water'] — Moscow: Ministry of Justice of Russia, 2021. — 145 p. [in Russian]