

Комплексная оценка качества питьевой воды на участках водозаборных сооружений

© 2026. Т. В. Шевкунова^{1,2}, аспирант,

С. С. Катын¹, главный врач,

Е. Н. Патова³, к. б. н., в. н. с.,

¹Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Коми,

167000, Россия, г. Сыктывкар, ул. Димитрова, д. 3/3,

²Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,

167000, Россия, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., д. 55,

³Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения

Российской академии наук,

167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,

e-mail: patova@ib.komisc.ru

Целью работы является комплексная оценка качества воды р. Вычегды на участках расположения действующих водозаборных сооружений (станция 1 – Красная гора и станция 2 – Эжвинский район) г. Сыктывкара. В основе исследования лежат данные двухлетнего (2022–2023 гг.) ежемесячного мониторинга. Проанализированы основные гидрохимические (рН, цветность, мутность, общая минерализация, жёсткость, БПК₅, ХПК, Fe_{общ}, Mn, Zn, As, Al, Pb, пестициды, фенолы, формальдегиды, Cl⁻, SO₄²⁻, F⁻) и микробиологические (ОКБ) показатели. Установлено, что гидрохимический режим реки характеризуется выраженной сезонной динамикой с пиковыми значениями цветности, мутности и содержанием органических веществ (по ХПК) в период весеннего половодья. Вода реки классифицируется как слабоминерализованная. Ключевым результатом является выявление устойчивого превышения гигиенических нормативов (ПДК) по содержанию Fe_{общ} (до 2,7 мг/дм³) и Mn (до 0,9 мг/дм³) на всём исследуемом участке в районе двух станций, а также периодических значительных превышений по цветности (до 160°), ХПК (до 58 мгО₂/дм³) и микробиологическим показателям (ОКБ до 700 КОЕ/100 см³). Полученные данные свидетельствуют о том, что основное ухудшение качества воды обусловлено природными факторами (гумусовый сток, выщелачивание металлов), однако выявленные пространственные различия указывают на наличие локальных антропогенных воздействий. Делается вывод о необходимости дифференцированного подхода к водоподготовке на водозаборах с обязательной очисткой от соединений Fe, Mn и органических веществ, а также усиленного контроля за качеством воды в период паводка.

Ключевые слова: качество воды, питьевое водоснабжение, поверхностная вода, гидрохимические показатели, превышение нормативов, мониторинг.

Comprehensive assessment of drinking water quality at water intake sites

© 2026 T. V. Shevkunova^{1,2}

ORCID: 0009-0004-9026-927X^{*}

S. S. Katin¹

ORCID: 0009-0008-9635-1927^{*}

E. N. Patova³

ORCID: 0000-0002-9418-1601^{*}

¹Federal Budgetary Institution of Health Care

“Center for Hygiene and Epidemiology in the Komi Republic”,

3/3, Dimitrova St., Syktyvkar, Russia, 167000,

²Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,

55, Oktyabrskiy Ave., Syktyvkar, Russia, 167000,

³Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch

of the Russian Academy of Sciences,

28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,

e-mail: patova@ib.komisc.ru

The aim of this work is a comprehensive assessment of the Vychegda River water quality at the sites of Syktyvkar water intake facilities (Station 1 – Krasnaya Gora and Station 2 – Ezhvinskiy District). The study is based on data from a two-year (2022–2023) monthly monitoring program conducted at two stations located in the areas of active water intakes. The main hydrochemical (pH, color, turbidity, total dissolved solids, hardness, BOD₅, COD, total Fe, Mn, Zn, As, Al, Pb, pesticides, phenols, formaldehyde, Cl⁻, SO₄²⁻, F⁻) and microbiological (total coliform bacteria, TCB) parameters were analyzed. The river's hydrochemical regime has pronounced seasonal dynamics, with peak values of color, turbidity, and organic indicators (COD) during the spring flood period. The river water is classified as low-mineralized. A key finding is the identification of consistent exceedance of hygienic standards (maximum permissible concentrations, MPC) for total Fe (up to 2.7 mg/dm³) and Mn (up to 0.9 mg/dm³) throughout the studied section at both stations, as well as periodic significant exceedance for color (up to 160°), COD (up to 58 mgO₂/dm³), and microbiological indicators (TCB up to 700 CFU/100 cm³). The obtained data indicate that the main deterioration in water quality is due to natural factors (humic runoff, metal leaching); however, the identified spatial differences point to the presence of localized anthropogenic impacts. It is concluded that a differentiated approach to water treatment at the intakes is necessary, with mandatory removal of Fe, Mn, and organic compounds, as well as enhanced control during the flood period.

Keywords: water quality, drinking water supply, surface water, hydrochemical parameters, MPC exceedance, water monitoring.

Систематический мониторинг качества поверхностных вод, используемых для питьевого водоснабжения, является важнейшим элементом обеспечения экологической безопасности и охраны здоровья населения [1]. Для рек, испытывающих значительную антропогенную нагрузку, такой контроль позволяет не только оперативно выявлять отклонения от нормативов, но и оценивать долгосрочные тенденции изменения гидрохимического режима, что необходимо для разработки эффективных природоохранных мер.

Ключевым водным объектом Республики Коми является р. Вычегда – второй по величине приток Северной Двины, играющий ведущую роль в водоснабжении региона [2]. В пределах г. Сыктывкара, столицы республики, р. Вычегда служит основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения, одновременно подвергаясь воздействию многочисленных природных и антропогенных факторов. К наиболее значимым естественным факторам относится высокая заболоченность водосбора, определяющая гидрологический режим, в частности, характер стока в летне-осенний период, длительность половодья и специфику формирования качества воды [3]. Среди антропогенных факторов основными являются сбросы (расположены после водозаборных станций) очищенных сточных вод АО «Сыктывкарский ЛПК» и коммунально-бытовой канализации, а также диффузное загрязнение с урбанизированных территорий [4, 5]. Существенное влияние на термический режим реки оказывает тепловое загрязнение, фиксируемое на протяжении до 15 км ниже мест сброса воды из очистных сооружений АО «Сыктывкарский ЛПК» [6].

Согласно данным государственного мониторинга, качество воды в р. Вычегде на участке г. Сыктывкара в 2022–2023 гг. характеризова-

лось как «загрязнённая» (3 класс, разряд «а») по величине удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) [7]. Однако сводные оценки такого типа, как правило, не детализируют, превышение каких именно показателей обусловило данный класс, и не отражают пространственно-временной изменчивости загрязнения в критически важных местах – непосредственно в районе водозаборных сооружений. Таким образом, существует актуальная потребность в целенаправленном и детальном анализе гидрохимического состояния р. Вычегды в зоне непосредственного водопользования г. Сыктывкара.

Цель данного исследования – комплексная оценка гидрохимического и микробиологического состояния вод р. Вычегды в черте г. Сыктывкара с акцентом на районы водозаборов питьевого водоснабжения.

Объекты и методы исследования

В работе были поставлены следующие задачи: определить актуальный уровень содержания основных приоритетных загрязняющих веществ и биогенных элементов в воде р. Вычегды на двух исследуемых участках (станция 1 – Красная гора, станция 2 – Эжвинский район); оценить пространственно-временную динамику гидрохимических показателей в зоне водозаборных сооружений на двух станциях; провести анализ степени соответствия полученных данных гигиеническим нормативам для водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования.

Район и объекты исследований. Исследования проводили в 2022–2023 гг. в пределах г. Сыктывкара на р. Вычегде (рис. 1а). Объектом исследования являлась поверхностная вода, отбираемая ежемесячно на двух мониторинговых точках, расположенных в зонах

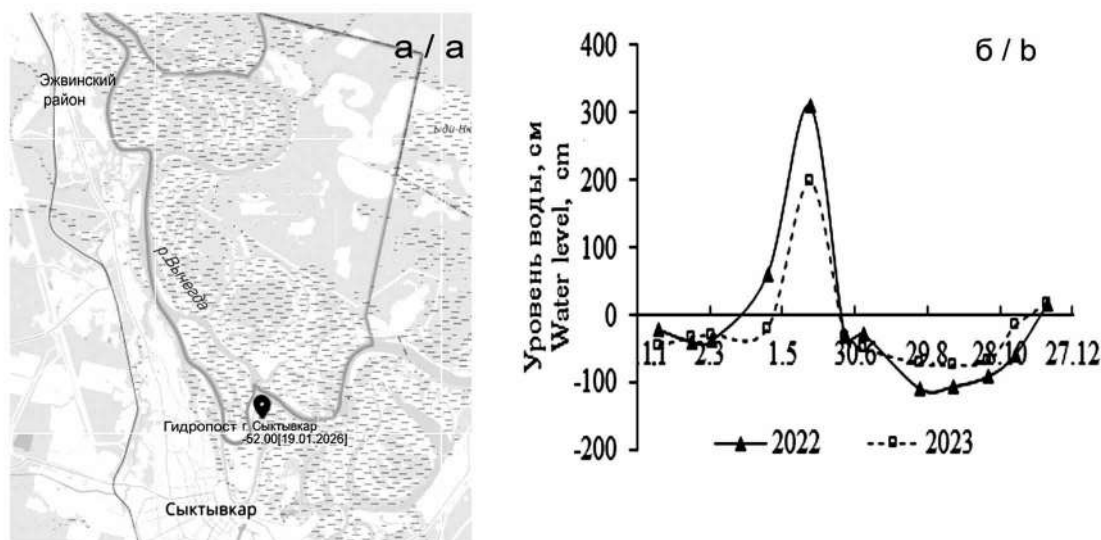


Рис. 1. Карта-схема района исследований (а) и показатели уровня воды в р. Вычегде в 2022 и 2023 гг. по данным для гидропоста г. Сыктывкара (б). По оси абсцисс – даты наблюдений.

Карта-схема и уровень воды приведены с использованием материала сайта AllRivers.info [8]

Fig. 1. Map of the research area (a) and water level indicators in the Vychegda River in 2022 and 2023 based on data from the Syktyvkar hydrographic post (b). The map and water level were provided using material from the AllRivers.info website [8]

действующих водозаборных сооружений: станция 1 (ст. 1) – в микрорайоне Красная Гора, станция 2 (ст. 2) – в Эжвинском районе (расстояние между станциями около 15 км). Выбор створов обусловлен необходимостью оценки качества исходной воды непосредственно в местах её забора для последующей водоподготовки. Уровень воды в р. Вычегде за 2022–2023 гг. приведён по данным сайта AllRivers.info [8] для гидропоста г. Сыктывкар на р. Вычегде (рис. 1а). Климатические сведения приведены по данным сайта gr5.ru [9].

Отбор и хранение проб. Ежемесячный отбор проб поверхностной воды проводился в 2022–2023 гг. на двух станциях, соответствующих водозаборным сооружениям г. Сыктывкара. Отбор, консервация и транспортировка проб выполнялись в соответствии с требованиями действующих нормативных документов ГОСТ Р 59024-2020 и ГОСТ 31942-2012.

Определяемые показатели и методы. Все гидрохимические и микробиологические определения выполнены в аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Коми». Анализ проводился по стандартизированным и аттестованным методикам, включённым в область аккредитации ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Коми».

Для оценки качества воды определялся комплекс показателей, включающий общие физико-химические характеристики (водо-

родный показатель (рН), общая минерализация, жёсткость, цветность, мутность); показатели органического загрязнения (химическое потребление кислорода (ХПК), биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅); неорганические компоненты и микроэлементы (общее железо (Fe), марганец (Mn), а также другие металлы (включая тяжёлые); микробиологические показатели (общие колиформные бактерии (ОКБ)). Измерения проводились с использованием следующего комплекса инструментальных методов: потенциометрия (рН); титриметрия (ХПК); фотометрия/спектрофотометрия (цветность, мутность, Fe, Mn); атомно-абсорбционная спектрометрия (тяжёлые металлы); гравиметрия (минерализация); высокоэффективная жидкостная и газожидкостная хроматография (органические соединения); мембранно-фильтрационный метод (микробиологический анализ). На рисунке 2 приведены средние арифметические значения для исследованных показателей.

Оценка качества воды. Для оценки состояния водного объекта проведён нормативный анализ и рассчитан интегральный показатель. Каждый определяемый показатель сравнивался с предельно допустимой концентрацией (ПДК), установленной для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования согласно СанПиН 1.2.3685-21. Для комплекс-

ной оценки уровня загрязнения рассчитан УКИЗВ, позволяющий учитывать совокупное воздействие исследуемых гидрохимических показателей и характеризовать общий уровень загрязнения водного объекта за исследуемый период. Расчёт УКИЗВ проведён по обязательному перечню показателей в соответствии с РД 52.24.643-2002 для каждой станции отбора проб. Класс качества воды устанавливался на основе полученных значений УКИЗВ в соответствии с действующей методикой.

Результаты и обсуждение

Климатическая характеристика периода исследований (2022–2023 гг.). Метеорологические условия являются важным фактором, формирующим химический состав природных вод, поскольку влияют на термодинамику (например, растворимость газов) и скорость биогеохимических процессов. Период проведения исследований (2022–2023 гг.) характеризовался типичным для г. Сыктывкара умеренно-континентальным климатом [10]. Летние месяцы были достаточно тёплыми: в июле 2022 г. среднемесячная температура воздуха составляла 19,8 °С (максимальная 32,3 °С), в 2023 г. – 18,4 °С (максимальная 31,2 °С). Средние температуры зимних месяцев 2023 г. были ниже, чем в 2022 г. (-11,2 и -9,7 °С соответственно). При этом абсолютный минимум за весь период наблюдений -32,9 °С был зафиксирован в декабре 2023 г. Стоит отметить необычно тёплый май 2023 г. со среднемесячной температурой 11,84 °С против 7,64 °С годом ранее [9].

Гидрологический режим и его влияние на физико-химические показатели. Река Вычегда имеет смешанное питание с ярко выраженным преобладанием весеннего половодья за счёт талых вод (58–65 % годового стока) [11]. Летне-осенняя межень обеспечивает 26–33 % стока, а зимняя – около 9 %. Гидрологические фазы напрямую определяют динамику гидрохимических показателей: весеннее половодье (апрель–май) – ключевой период поступления загрязняющих веществ. Сток талых вод вызывает резкий рост мутности, цветности и показателей органического загрязнения вследствие смыва с водосбора накопленных за зиму веществ антропогенного характера. Уровень воды в р. Вычегде за два года исследований существенно не различался (рис. 1б).

Общие физико-химические показатели: динамика и факторы влияния. Для периода весеннего половодья (рис. 1б) на станциях

исследования отмечено незначительное подкисление воды (рН 6,50–6,95), связанное с поступлением кислых талых вод (рис. 2а). Летне-осенний период – второй пик изменения рН, связанный с дождевыми паводками. В начальную и среднюю фазу осени часто наблюдается сдвиг в слабощелочную область до $\text{pH} > 7,5$. Несмотря на сезонные колебания, в целом за 2022–2023 гг. значения водородного показателя на обеих мониторинговых станциях оставались в пределах, характерных для природных вод, варьируя от 6,8 до 7,7, что указывает на буферную ёмкость водной системы.

Результаты исследований 2022–2023 гг. подтверждают установленную ранее тенденцию: вода р. Вычегды в районе г. Сыктывкара характеризуется низкой общей минерализацией, типичной для рек лесной зоны с преобладающим снеговым питанием и малой долей подземного стока [3, 5]. Наблюдается чётко выраженная сезонная динамика минерализации (рис. 2б), напрямую связанная с гидрологическим режимом – максимальные значения 130–160 мг/дм³ отмечаются в период ледостава (зимняя межень). Это объясняется доминирующей ролью более минерализованных подземных вод, доля которых в общем стоке возрастает, а также процессами концентрирования солей подо льдом при ограниченном водообмене. В период весеннего половодья минерализация падает до минимальных значений 64–85 мг/дм³, вследствие разбавления основного объёма речной воды маломинерализованными талыми и поверхностными водами. Ионный состав в течение всего периода оставался устойчивым и соответствовал гидрокарбонатному классу кальциевой группы по классификации О.А. Алекина [12].

Гидрокарбонаты (HCO_3^-) составляли свыше 50 % от суммы всех ионов, а их среднегодовая концентрация демонстрировала незначительный рост со 100–110 мг/дм³ в 2022 г. до 110–115 мг/дм³ в 2023 г., что может быть связано с вариациями интенсивности биохимических процессов и выщелачивания пород водосбора. Содержание хлорид- и сульфат-ионов оставалось низким (Cl^- 0,7–12,5 мг/дм³; $\text{SO}_4^{2-} < 30$ мг/дм³), достигая минимума в половодье. Это указывает на ограниченное влияние антропогенных источников (коммунально-бытовых и промышленных стоков), для которых характерно повышенное содержание данных ионов, и подтверждает естественное, геохимическое происхождение основного солевого состава. Общая жёсткость воды (рис. 2в) на обоих водозаборах была низкой (средне-

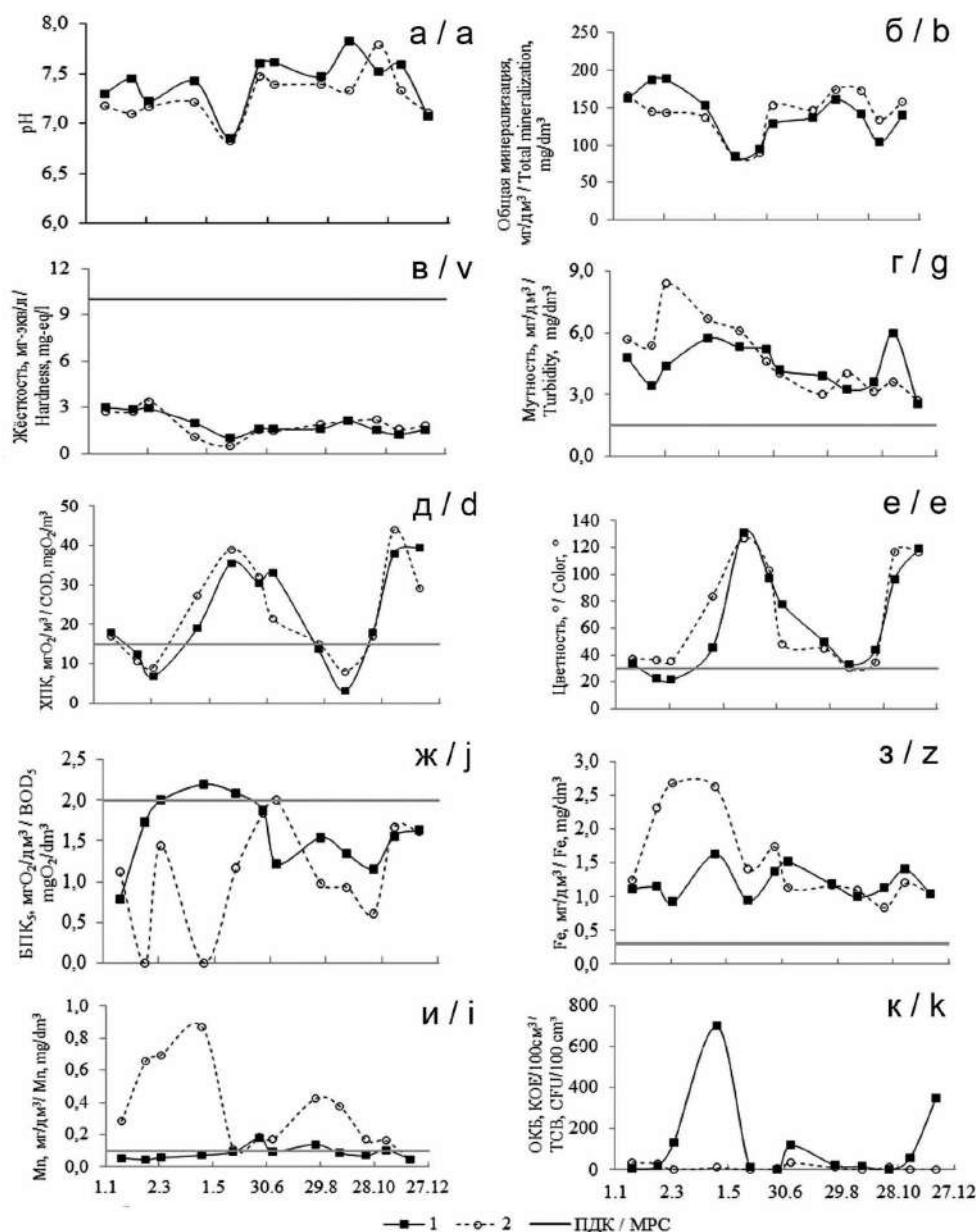


Рис. 2. Среднемесячные (за 2022–2023 гг.) показатели природной воды р. Вычегды на станциях исследования. а–к – исследованные показатели.

По оси абсцисс – даты отбора проб. Условные обозначения:

1 – станция 1, 2 – станция 2, ПДК – предельно допустимая концентрация

Fig. 2. Average monthly parameters (for 2022–2023) of the Vychegda River natural water at the monitoring stations. а–к – studied indicators. The abscissa axis shows the sampling dates.

Legend: 1 – station 1, 2 – station 2, MPC – maximum permissible concentration

годовая 1,8–2,1 мг-экв/дм^3), что позволяет классифицировать воду как «мягкую». Весеннее снижение жёсткости до 0,5–0,9 мг-экв/дм^3 является закономерным следствием разбавления и, возможно, некоторого перехода кальция в донные отложения. Годовой диапазон изменения концентрации кальция (Ca^{2+} 9,5–48,0 мг/дм^3) в целом отражает при-

родную цикличность и не свидетельствует о критическом антропогенном воздействии на данный параметр. Как показали результаты, режим минерализации и ионный состав воды р. Вычегды в черте г. Сыктывкара на станциях исследования в 2022–2023 гг. зависели в первую очередь от природных гидрологических и геохимических факторов, а их сезонная

динамика носила ожидаемый и хорошо выраженный характер.

На станциях 1 и 2 пиковые значения мутности отмечали в периоды весеннего половодья и осенних дождевых паводков (рис. 2г), также в этот период на станциях отмечено увеличение показателей ХПК, цветности и БПК₅ (рис. 2 д, е, ж). Диапазон цветности в этот период на ст. 1 составляет 23–160°, на ст. 2 – 22–154°, колебания ХПК на ст. 1 – 8,6–58,0 и ст. 2 – 7,2–58,3 мгО₂/дм³. Значительные сезонные колебания цветности, мутности и ХПК, превышающие ПДК, особенно в паводковый период, типичны для рек таёжной зоны и связаны с поступлением аллохтонной органики и взвешенных веществ с водосбора, но также эти показатели могут указывать на антропогенное загрязнение [13]. Превышение ПДК содержания биогенных элементов и их соединений (NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄³⁻) за период наблюдений не выявлено.

Проведённые исследования также показали, что в поверхностных водах р. Вычегды отсутствуют хлорорганические пестициды – гексахлорциклогексан, гептахлор, дихлордифенилтрихлорэтан, дихлордифенилдихлорэтан, дихлордифенилдихлорэтилен, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота и гексахлорбензол, а также такие распространённые органические загрязнители как ацетон, метанол, фенол, формальдегид. В незначительных количествах отмечено содержание иодидов 0,0012–0,018 мг/дм³ и фторидов 0,11–0,29 мг/дм³.

Отметим, что в период с апреля по июнь наблюдается рост содержания алюминия в воде станций исследования до 0,15 мг/дм³, что связано с увеличением поверхностного и внутрипочвенного стока с водосборной территории. Талые воды способствуют выносу из почв алюминия, связанного с гумусовыми веществами, органоминеральными коллоидами и тонкодисперсными минеральными

частицами. Одновременно поступление органических кислот и разбавление речной воды способствуют снижению pH и повышению подвижности алюминия [14].

Во всех образцах исследуемой речной воды значения массовой концентрации соединений тяжёлых металлов (Co, Cr, Cu, Ni, Cd, Hg, Mo) находятся ниже предела обнаружения анализа по каждой методике их определения. Необходимо отметить, что анализ пресных поверхностных вод на наличие тяжёлых металлов не всегда позволяет получить полную картину уровня их загрязнения, что связано со способностью металлов переходить из растворённого состояния во взвесь [15]. Проведённые исследования выявили невысокое содержание в воде Zn на станциях мониторинга (0,011–0,031 мг/дм³), а также зафиксировано наличие в воде Pb на ст. 1, его содержание не превышает 0,0004 мг/дм³ и общий As 0,0023 мг/дм³ соответственно. Среди литофильных металлов превышение нормативов ПДК установлено только для общего Fe и Mn (табл., рис. 2з, и). На станциях 1 и 2 отмечаются систематические превышения ПДК по Fe_{общ} (на ст. 1 до 1,6, на ст. 2 до 2,7 мг/дм³) и Mn (ст. 1 до 0,18, ст. 2 до 0,9 мг/дм³). Это может быть обусловлено как естественными геохимическими особенностями донных отложений на данном участке [4], так и возможным влиянием локальных источников загрязнения в черте города (ливневые стоки, грунтовые воды) [16].

Изучено микробиологическое состояние воды р. Вычегды на станциях исследования (рис. 2к). Для ст. 1 отмечено превышение допустимых уровней ОКБ, достигающих в период половодья до 700 КОЕ/100 см³ при нормативе «не допускается», что указывает на периодическое поступление в водоток органических и фекальных загрязнений. На ст. 2 микробиологические показатели стабильнее и ниже, ОКБ – до 62 КОЕ/100 см³, хотя также не соответствуют норме для воды без обработки.

Таблица / Table

Превышения ПДК по основным показателям загрязнения воды р. Вычегды и удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ) на станциях мониторинга за 2022–2023 гг.

Exceedances of MPC for key pollution indicators in the Vychegda River water and the value of the specific combinatorial index of water pollution (SCIWP) at monitoring stations for 2022–2023

Год Year	Станция Station	Количество проб с превышением ПДК Number of samples exceeding the MPC				УКИЗВ SCIWP
		Fe	Mn	ХПК / COD	БПК ₅ / BOD ₅	
2022	1	12	2	8	6	3,27
	2	12	10	8	2	3,31
2023	1	12	5	7	2	3,27
	2	12	11	7	2	3,29

Согласно расчёту УКИЗВ для исследованных станций по количеству случаев повторяемости и кратности превышения ПДК и обобщённым оценочным баллам по загрязняющим ингредиентам установлено, что критическими показателями загрязнённости воды в р. Вычегде в 2022–2023 гг. являются содержание $Fe_{\text{общ}}$, Mn и показатели ХПК и БПК₅ (табл.). По значениям УКИЗВ установлено, что вода р. Вычегды в черте г. Сыктывкара в местах водозаборов относится к 3 «б» классу («очень загрязнённая»).

Заключение

Проведённое исследование позволяет дать комплексную оценку качества воды р. Вычегды на участках водозаборов г. Сыктывкара и сформулировать следующие основные выводы.

1. Гидрохимический режим р. Вычегды формируется преимущественно под влиянием природных условий (умеренно-континентальный климат, весеннее половодье). Это обуславливает выраженную сезонную динамику с пиковыми значениями цветности, мутности и органических веществ (ХПК) на станциях исследования в период паводков, что связано с поступлением гуминовых соединений и взвешенных веществ с водосборной площади.

2. Несмотря на общий природный фон, выявленные пространственно-временные особенности свидетельствуют о наличии локальных антропогенных загрязнений, отражающихся на составе воды в местах водозаборов. К ним относятся: устойчивое превышение ПДК по общему железу (до 2,7 мг/дм³) и марганцу (до 0,9 мг/дм³) на всём исследуемом участке; периодические повышения показателя ОКБ до 700 КОЕ/100 см³, указывающие на микробиологическое и органическое загрязнение; пространственную неоднородность загрязнения, выражающихся в различиях между водозаборами.

3. Качество исходной воды на двух станциях имеет существенные различия, требующие индивидуального подхода к водоподготовке. Для водозабора № 1 («Красная Гора») критическими факторами являются повышенная мутность (особенно в паводковый период) и высокие концентрации марганца. Повышенная мутность обусловлена поступлением взвешенных частиц с поверхностным стоком и эрозией берегов, что характерно для природных процессов в период половодья. Высокие концентрации марганца, вероятно, связаны

с природными геохимическими особенностями водосбора (выщелачивание из почв и донных отложений, характерное для таёжных ландшафтов). Водозабор № 2 («Эжвинский район») отличается стабильно более высокими значениями БПК₅, что свидетельствует о более сильном органическом загрязнении, вероятно, антропогенного генезиса.

4. Комплексный анализ показал, что вода на обеих станциях не соответствует гигиеническим нормативам по железу (превышение ПДК в 9 раз), марганцу (превышение в 9 раз), цветности (превышение в 5,3 раза), БПК₅ (до 2–3 ПДК) и микробиологическим показателям. Вода относится к 3 классу («загрязнённая»). Установлена пространственная дифференциация: для водозабора № 1 («Красная Гора») критическими являются марганец и мутность, для водозабора № 2 («Эжвинский район») – органическое загрязнение (БПК₅). Это подтверждает необходимость дифференцированного подхода к мониторингу и водоподготовке на каждом из водозаборов.

Таким образом, обеспечение безопасности питьевого водоснабжения г. Сыктывкара должно базироваться на адаптивной системе управления, учитывающей как общие сезонные колебания природного фона, так и на выявлении локальных антропогенных нагрузок на каждом водозаборе.

Исследования выполнены при поддержке Федерального проекта «Чистая вода» в рамках национального проекта «Экология» в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.», а также при выполнении темы Госзадания ИБ Коми НЦ УрО РАН № 125021902460-2.

Литература

1. Веницианов Е.В., Аджиенко Г.В., Возняк А.А., Чиганова М.А. Современные проблемы оценки, регулирования и мониторинга качества поверхностных вод // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 1. С. 47–59.
2. Фомина В.Ф. Состав водного гумуса реки Вычегды в створе водозабора г. Сыктывкара // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. № 8. С. 42–47.
3. Власова Т.А. Гидрохимия главных рек Коми АССР. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1988. 152 с.
4. Лапицкая В.Ф., Митюшева Т.П., Оберман Н.Г. Актуальные проблемы гидрогеологии республики Коми // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2004. № 6. С. 9–12.

5. Patova E.N., Kondratenok B.M., Sivkov M.D., Kostrova S.N. Water quality of the Vychegda River under conditions of the receipt of treated wastewater from the pulp and paper industry // *Contemp. Probl. Ecol.* 2021. V. 14. P. 588–605. doi: 10.1134/S1995425521060081

6. Елсаков В.В., Щанов В.М. Спутниковые методы в анализе изменений экосистем бассейна р. Вычегда // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2016. Т. 13. № 4. С. 135–145. doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-13-135-145

7. О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2023 году: гос. доклад. Сыктывкар: Минприроды Республики Коми, 2024. 162 с.

8. AllRivers.info – Уровень воды онлайн [Электронный ресурс] <https://allrivers.info/gauge/vyichегда-syktvykar> (Дата обращения: 16.04.2026).

9. Rp5.ru – Архив погоды [Электронный ресурс] https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Сыктывкаре (Дата обращения: 16.04.2026).

10. Атлас по климату и гидрологии Республики Коми / под ред. А.И. Таскаева. М.: Дрофа, ДиК, 1997. 116 с.

11. Мискевич И.В., Самохина Л.А. О некоторых особенностях сезонной динамики гидробиологических процессов на равнинных водотоках на примере реки Вычегды // *Вестник современных исследований*. 2019. № 3.11 (30). С. 124–129.

12. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1953. 296 с.

13. Янин Е.П., Кузьмич В.Н., Иванецкий О.М. Региональная природная неоднородность химического состава поверхностных вод суши и необходимость её учета при оценках их экологического состояния и интенсивности техногенного загрязнения // *Проблемы окружающей среды и природных ресурсов*. 2016. № 6. С. 3–72.

14. Pourpoint F., Templier J., Anquetil C., Vezin H., Trébosch J., Trivelli X., Chabaux F., Pokrovsky O.S., Prokushkin A.S., Amoureux J.-P., Lafon O., Derenne S. Probing the aluminum complexation by Siberian riverine organic matter using solid-state DNP-NMR // *Chem. Geol.* 2017. V. 452. P. 1–8. doi: 10.1016/j.chemgeo.2017.02.004

15. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 268 с.

16. Антонова Е.А. Техногенные источники поступления железа и марганца в воды бассейна р. Камы // *Географический вестник*. 2011. № 2. С. 26–31.

References

1. Venitsianov E.V., Adzhienko G.V., Voznyak A.A., Chiganova M.A. Contemporary problems of the surface waters quality assessment, regulation and monitoring // *Water sector of Russia: problems, technologies, management*. 2018. No. 1. P. 47–59 (in Russian).

2. Fomina V.F. Water humus composition of the Vychegda River at water intake site of the city of Syktывkar // *Water supply and sanitary technique*. 2011. No. 8. P. 42–47 (in Russian).

3. Vlasova T.A. Hydrochemistry of the main rivers of the Komi ASSR. Syktывkar: FRC Komi SC UB RAS Publ., 1988. 152 p. (in Russian).

4. Lapitskaya V.F., Mityusheva T.P., Oberman N.G. Actual problems of hydrogeology of the Komi Republic // *Vestnik of the Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2004. No. 6. P. 9–12 (in Russian).

5. Patova E.N., Kondratenok B.M., Sivkov M.D., Kostrova S.N. Water quality of the Vychegda River under conditions of the receipt of treated wastewater from the pulp and paper industry // *Contemp. Probl. Ecol.* 2021. V. 14. P. 588–605. doi: 10.1134/S1995425521060081

6. Elsakov V.V., Shchanov V.M. Satellite data in analysis of changes in ecosystems of the Vychegda River basin // *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2016. V. 13. No. 4. P. 135–145 (in Russian). doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-13-135-145

7. On the state of the environment of the Komi Republic in 2023: state report. Syktывkar: Ministry of Natural Resources of the Komi Republic, 2024. 162 p. (in Russian).

8. AllRivers.info – Water level online [Internet resource] <https://allrivers.info/gauge/vyichегда-syktvykar> (Accessed: 16.04.2026).

9. Rp5.ru – Weather archive [Internet resource] https://rp5.ru/Weather_archive_in_Syktывkar (Accessed: 16.04.2026).

10. Atlas of climate and hydrology of the Komi Republic / Ed. A.I. Taskaev. Moskva: Drofa, DiK, 1997. 116 p. (in Russian).

11. Miskevich I.V., Samokhina L.A. On some features of the seasonal dynamics of hydrobiological processes on lowland watercourses: case-study the Vychegda River // *Vestnik sovremennykh issledovaniy*. 2019. No. 3.11 (30). P. 124–129 (in Russian).

12. Alekin O.A. Fundamentals of Hydrochemistry. Leningrad: Hydrometeorological Publishing House, 1953. 296 p. (in Russian).

13. Yanin E.P., Kuzmich V.N., Ivanitsky O.M. Regional natural heterogeneity of the chemical composition of surface waters and the need to take it into account when assessing their ecological state and the intensity of technogenic pollution // *Problemy okruzhayushchey sredy i prirodnnykh resursov*. 2016. No. 6. P. 3–72 (in Russian).

14. Pourpoint F., Templier J., Anquetil C., Vezin H., Trébosch J., Trivelli X., Chabaux F., Pokrovsky O.S., Prokushkin A.S., Amoureux J.-P., Lafon O., Derenne S. Probing the aluminum complexation by Siberian riverine organic matter using solid-state DNP-NMR // *Chem. Geol.* 2017. V. 452. P. 1–8. doi: 10.1016/j.chemgeo.2017.02.004

15. Linnik P.N., Nabivanets B.I. Forms of metal migration in fresh surface waters. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. 268 p. (in Russian).

16. Antonova E.A. Technogenic sources of iron and manganese to the water of the Kama River basin // *Geographical Bulletin*. 2011. No. 2. P. 26–31 (in Russian).