

УДК 577:551.48

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ РЕКИ МИАСС НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Гетманец И.А., Артеменко Б.А.

Челябинский государственный университет, Челябинск, e-mail: boris_chpu@mail.ru

Проанализированы группы показателей, оценивающих качество воды (базовые показатели, показатели эвтрофирования, токсичности, специфические загрязняющие вещества, геохимические и показатели, характеризующие влияние антропогенной активности и хозяйственной деятельности на качество вод, а также гидробиологические показатели), приведенные в разных классификациях. Обоснован выбор станций отбора гидрологических и гидрохимических проб в пределах реки Миасс на территории Челябинской области, имеющей хозяйственно-бытовое и промышленное значение. Проведено сравнение физико-химических показателей воды по следующему комплексу параметров: водородный показатель, сухой остаток, взвешенные вещества, концентрация хлорид-ионов, фосфат-ионов, нитрит- и нитрат-ионов, сульфат-ионов, аммоний-ионов, щелочность общая, окисляемость перманганатная, растворенный кислород, концентрация железа и марганца, биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅), прозрачность и цветность. Выявлена корреляционная зависимость между гидрохимическими показателями. Определен трофический статус исследуемого водоема и его пригодность для использования в качестве питьевого и промышленного источника.

Ключевые слова: биогенные элементы, гидрохимические показатели, качество воды, поверхностные воды, река Миасс, специфические загрязняющие вещества, уровень загрязнения воды

THE HYDRO-CHEMICAL ASSESSMENT OF THE POLLUTION LEVEL OF THE WATER IN THE MIASS RIVER ON THE TERRITORY OF THE CHELYABINSK REGION

Getmanetc I.A., Artemenko B.A.

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, e-mail: boris_chpu@mail.ru

Analyzed groups of indicators that assess the quality of water (baseline, indicators of eutrophication, toxicity, specific pollutants, and geochemical indicators of the impact of human activity and economic activities on water quality, as well as hydro-biological indicators) that are listed in different classifications. The choice of the selection of hydrological stations and hydro-chemical samples within Miass river in the Chelyabinsk region having household and industrial importance. A comparison of physical and chemical parameters of the water on the following complex parameters: pH, dry matter, suspended solids, the concentration of chloride ions, phosphate ions, nitrite and nitrate ions, sulphate ions, ammonium ions, total alkalinity, permanganate oxidation dissolved oxygen concentration of iron and manganese, biochemical oxygen demand in 5 days (BOD 5), transparency and color. A correlation between the hydrochemical indicators. Defined the trophic status of the reservoir and test its suitability for use as a source of drinking and industrial.

Keyword: biogenic elements, hydrochemical parameters, quality of water, the surface water, Miass river, specific pollutants, level of water pollution

Основным средством для проведения оценки экологического состояния водоема являются показатели качества воды, которые приведены в ГОСТ 17.1.3.07-82. Они характеризуют экологическое состояние лотических водных объектов и применяются для контроля качества природных вод по физическим, химическим и гидробиологическим показателям.

Впервые В.Б. Страдомским [1976] предложена логическая схема дифференциации групп показателей качества воды: общие показатели; минеральные вещества; органические вещества; показатели эвтрофирования; показатели токсичности; специфические загрязняющие вещества [4].

Другая классификация показателей состояния водоемов приведена в работах [1, 2]. Она включает: базовые показатели; геохимические (фоновые) показатели; показатели, характеризующие влияние ан-

тропогенной активности и хозяйственной деятельности на качество вод; гидробиологические показатели.

Анализируя эти классификации, Н.Н. Красногорская и др. [2011] подчеркивают характерную избыточность измеряемых параметров при их возможной взаимозаменяемости и утверждают, что оперативность оценки экологического состояния лотических водных объектов может быть достигнута путем мониторинга небольшого числа контролируемых и определяемых гидрохимических показателей, дающих интегральное представление о развитии негативных процессов – эвтрофирования, загрязнения и закисления.

Материал и методы исследования

Объектом нашего исследования явилась река Миасс – крупная водная артерия Челябинской области, используемая для промышленных и хозяйственно-бытовых нужд населения. За последние десятилетия

ее русло подверглось сильному антропогенному воздействию, которое нарушило гидрохимический состав вод реки. Свыше 20 предприятий и организаций города сбрасывают в Миасс промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды.

Исследования проведены в 2011–2012 году в средней части бассейна реки Миасс. Общая протяженность маршрута составила более 260 км, в пределах которого были определены 8 станций забора проб, выбор которых определен расположением крупных промышленных предприятий вдоль русла реки, жилмассивов, санкционированных и несанкционированных мест отдыха населения.

Отбор проб для определения физико-химических параметров и гидрохимического анализа осуществлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000. Аналитические работы проведены в аккредитованной лаборатории водных экосистем и технологий воды УНИЦ биотехнологий ЧелГУ.

Результаты исследования и их обсуждение

При оценке состояния вод реки Миасс учитывались следующие показатели: водородный показатель, концентрация хлорид-ионов, фосфат-ионов, нитрит- и нитрат-ионов, сульфат-ионов, аммоний-ионов, щелочность общая, окисляемость перманганатная, растворенный кислород, концентрация железа и марганца, БПК₅, прозрачность и цветность.

Величины водородного показателя, определенного в ходе стационарных и лабораторных исследований, варьируются от 7,35 до 9,15. На семи ее значение водородного показателя находится в пределах нормативов ПДК и ОБУВ (для воды водных объек-

тов, имеющих рыбохозяйственное значение рН = 6,5–8,5) и только на станции I – «Миасс» – наблюдается повышение показателя до 9,15. Вероятно, такое значение объясняется качеством сточных вод, сбрасываемых ЗАО «Миасский инструментальный завод».

Результаты аналитических исследований показали, что концентрация хлорид-ионов в реке Миасс не превышает ПДК и ОБУВ.

Важнейшим компонентом химического состава поверхностных вод являются сульфат-ионы. Как показали результаты исследований, их содержание находится в пределах от 28,4 до 45,52 мг/дм³, а на станциях VII (п. Першино, Челябинск) и VIII (с. Миасское) значение концентрации увеличивается до 95,63 и 109,1 мг/дм³ соответственно, что превышает предельно-допустимую концентрацию для водоемов с рыбохозяйственным назначением (100 мг/дм³). Такое резкое увеличение объясняется следующим: в реку Миасс сульфаты поступают главным образом за счет промышленных сбросов растворенных серосодержащих минералов.

Концентрация ионов аммония на трех из восьми станций превышает нормы ПДК и ОБУВ для рыбохозяйственных водных объектов и составляет 0,74 мг/дм³ для станций «Бутаки» и «Миасское», 0,56 мг/дм³ «Челябинск». Это указывает на наличие органических источников загрязнения, вызывающих увеличение содержания ионов аммония и соответственно повышение водородного показателя (рис. 1).

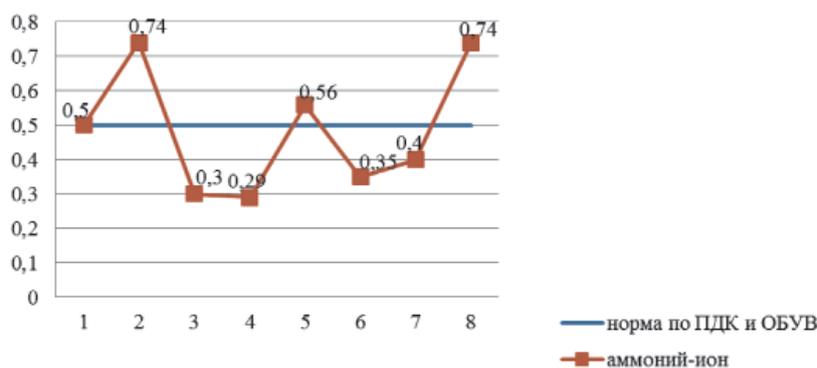


Рис. 1. Показатели концентрации аммоний-ионов, в мг/дм³

Анализ следует дополнить рассмотрением нитрат- и нитрит-ионов, т.к. в соответствии с требованиями глобальной системы мониторинга состояния окружающей среды/Global Environmental Monitoring System (ГСМОС/GEMS) они входят в программы обязательных наблюдений за составом питьевой воды и являются важными показателями степени загрязнения и трофического статуса природных водоемов.

Уровень нитрит-ионов в реке находится в пределах нормы ПДК и ОБУВ по рыбохозяйственным объектам. На станциях III, V, VI и VII они не обнаружены, на остальных участках забора проб их содержание не превысило 0,02 мг/дм³. Это объясняется щелочной реакцией среды и отсутствием процессов окисления.

Анализируя показатели содержания нитрат-ионов, можно отметить, что их

значение на большинстве станций находится в пределах норм ПДК и ОБУВ и варьируется от 1,0 до 4,85 мг/дм³. Лишь на станции VIII – «Миасское» – значение возрастает до 40,9 мг/дм³. Превыше-

ние нормы, на наш взгляд, объясняется использованием азотных удобрений на опытно-экспериментальных полях и последующим стоком во время весеннего половодья.

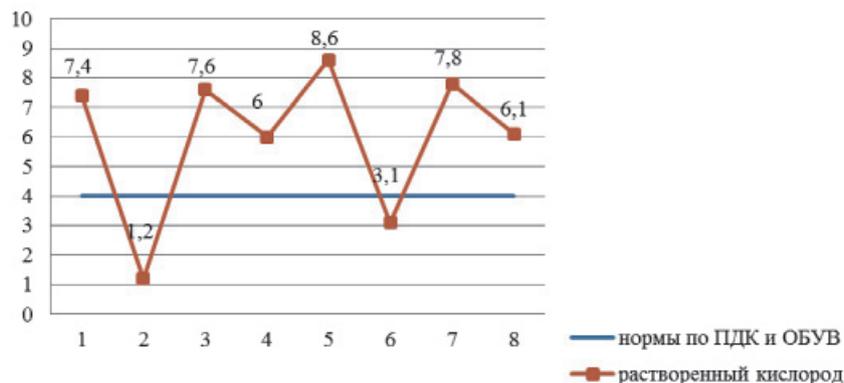


Рис. 2. Показатели концентрации растворенного кислорода, мг/дм³

Следующий биогенный элемент, определяющий величину окислительно-восстановительного потенциала, а также направление и скорость процессов химического и биохимического окисления, в том числе нитритов и нитратов, – растворенный кислород (рис. 2).

Максимальные концентрации растворенного кислорода на станциях I, III, V, VII говорят об интенсивности окислительных процессов азота до нитратов, об этом же свидетельствуют и их количественные показатели, и отсутствие нитритов. Исключение составляет III станция, на которой зафиксирована незначительная концентрация нитрат-ионов, но она отлична от других чрезвычайно высокой численностью планктона, способного к нитрификации [5].

Минимальное содержание кислорода на II и VI станциях объясняется эвтрофи-

рованием водоема и болотообразовательным процессом, о чем свидетельствуют ассоциации с типичными болотными видами (*Rorippa palustris* (L.) Bess., *Menyanthes trifoliata* L., *Scirpus lacustris* L., *Carex cespitosa* L. и др.).

Переходим к обсуждению следующего геохимического показателя – фосфора, включенного в глобальную систему мониторинга наряду с содержанием нитритов и нитратов [6]. На подавляющем большинстве станций концентрация фосфат-ионов превышает нормы ПДК и ОБУВ для водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение (от 0,26 до 0,71 мг/дм³), но особенно высоко его значение в с. Миасское, где оно составило 3,74 мг/дм³, то есть в 187 раз превысило норму (рис. 3). Это объясняется поступлением в реку удобрений с опытно-экспериментальных полей Института агроэкологии ЧГАА.

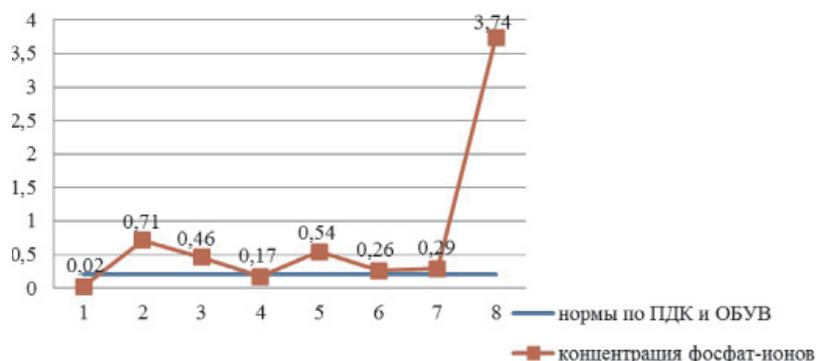


Рис. 3. Показатели концентрации фосфат-ионов, мг/дм³

Кроме приведенных показателей, следует рассмотреть и специфические загрязнители – железо и марганец.

Для водоемов, имеющих санитарно-бытовое значение, ПДК железа составляет 0,3 мг Fe/дм³, а рыбохозяйственное

значение – 0,1 мг/дм³ [3]. Концентрация железа на большинстве станций находится в пределах 0,08 до 0,4 мг/дм³, что соответствует нормам ПДК, но значительно повышаются показатели на станциях IV – ул. Университетская наб. (Челябинск) – 1,2 мг/дм³ и VIII – «Миасское» – 1,3 мг/дм³ (рис. 4). Кроме того, мы констатируем, что

на отмеченных станциях значительно снижен показатель прозрачности, при норме СанПиНа 2.1.5.980-00 в 20 см, он составил соответственно $2,9 \pm 0,3$ и $3,5 \pm 0,4$ см. Это подтверждается санитарно-гигиеническими данными о том, что повышенное содержание железа ухудшает органолептические свойства воды [3].

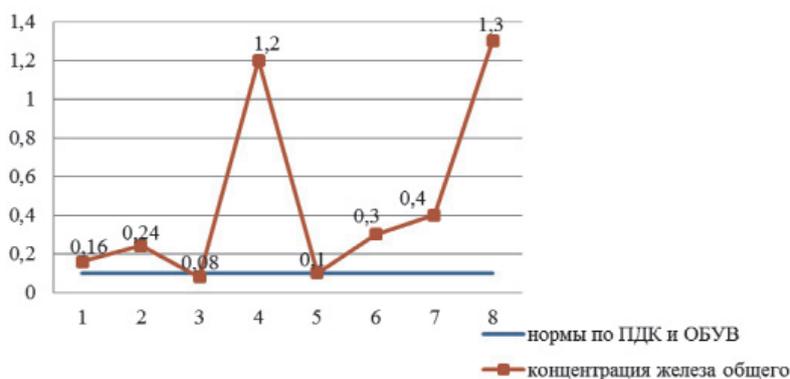


Рис. 4. Показатели концентрации железа общего в мг/дм³

Следующим показателем качества воды является уровень содержания в воде марганца. В речных водах содержание марганца колеблется обычно от 0,001 до 0,16 мг/дм³. По нормам ПДК и ОБУВ для водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, показатель составляет 0,01 мг/дм³.

Аналитические данные показали, что концентрация марганца в реке Миасс превышает норму ПДК по всем станциям. Максимального значения она достигает в с. Миасское и составляет 0,87 мг/дм³, несколько ниже в д. Бутки – 0,61 мг/дм³. Можно предположить, что на этих станциях активно происходят процессы разложения

органических веществ вследствие процесса заболачивания при недостатке кислорода, столь характерного для сплавин, что и подтверждают показатели концентрации растворенного кислорода (рис. 2) и концентрации БПК₅, находящиеся в обратно пропорциональной зависимости.

Биохимическое потребление кислорода является одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами и определяет количество кислорода, необходимое для разложения органических загрязняющих веществ. Показатель БПК был определен за 5 суток инкубации (рис. 5).

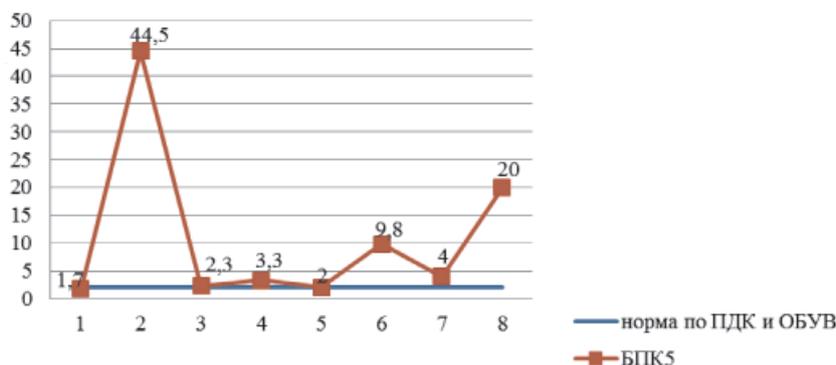


Рис. 5. Показатели уровня БПК за 5 суток инкубации, мг/дм³

Анализ графика демонстрирует, что почти на всех станциях его значение превышает норму ПДК и ОБУВ для водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение,

которое соответствует 2,0 мг/дм³. Резкое превышение норм отмечено в д. Бутки (в 20 раз) и с. Миасское (в 10 раз). Выявленное превышение соответствует низкому

содержанию растворенного кислорода и высокому содержанию марганца на этих же станциях, отмеченному выше.

Проведенный анализ гидрохимических параметров воды реки Миасс выявил следующую корреляционную зависимость: высокое содержание аммония приводит к повышению значения водородного показателя, последний определяет уровень нитрат- и нитрат-ионов, содержание которых также зависит и от концентрации растворенного кислорода, а содержание последнего коррелирует с концентрацией марганца и показателями биохимического потребления кислорода.

Таким образом, вода реки Миасс относится к гидрокарбонатному классу и содержит большое количество сульфат-, хлорид-, нитрат-ионов и катионов железа и марганца, значительно превышающих ПДК, что приводит к смене класса воды на сульфатный, способствует повышению общей минерализации (до 532 мг/л) и вызывает значительное увеличение показателя кислотности (рН до 9,5).

Значение БПК₅ и связанное с ним содержание растворенного в реке кислорода позволили определить воду реки Миасс на большем протяжении исследуемого участка как β-мезосапробный водоем, а на станциях, размещенных в д. Бутаки и с. Миасское, – как гиперсапробный водоем (содержание БПК₅ превышает ПДК в 11,3 и 25,1 раза соответственно).

На основании гидрохимических показателей (рН, нитратный азот, фосфор фосфатный, биохимическое потребление кислорода) можно предположить, что река Миасс – политрофный водоем (умеренно загрязненный/сильно загрязненный) с выраженной тенденцией к гипертрофности (весьма загрязненный/предельно загрязненный) и биогенной нагрузкой, определяемой как очень высокая (вплоть до насыщенной).

Список литературы

1. Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В., Данилов-Данильян В.И. Некоторые научно-технологические проблемы проектирования, создания и функционирования систем мониторинга водных объектов // Вода: химия и экология. – 2008. – № 1. – С. 3–7.
2. Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В., Данилов-Данильян В.И. Некоторые научно-технологические проблемы проектирования, создания и функционирования систем

мониторинга водных объектов // Вода: химия и экология. – 2008. – № 2. – С. 3–10.

3. Вредные химические вещества: неорганические соединения элементов V-VIII групп. Справочник / А.Л. Бандман, Н.В. Волкова, Т.Д. Грехова [и др.]; под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1989. – 592 с.

4. Красногорская Н.Н., Елизарьев А.Н., Хаертдинова Э.С., Муллаянов Р.Р. Оценка экологического состояния лентических водных объектов в пределах урбанизированных территорий [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования: сетевой журн. – 2011. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/100-4890> (дата обращения 21.06.2013).

5. Серебренникова Ю.А., Артеменко Б.А., Трофимова Л.В. Планктон реки Миасс как индикатор сапробности водоема // Вестник Челяб. гос. пед. ун-та. – 2011. – № 12. – С. 343–349.

6. Справочник по гидрохимии / под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 391 с.

References

1. Barenboim G.M., Venicianov E.V., Danilov-Danilyan V.I. Some of the scientific-technological problems of the designing, the creation and the functioning of the systems of the monitoring of the water objects // The water; chemistry and ecology. 2008. no. 1. pp. 3–7.

2. Barenboim G.M., Venicianov E.V., Danilov-Danilyan V.I. Some of the scientific-technological problems of the designing, the creation and the functioning of the systems of the monitoring of the water objects // The water; chemistry and ecology. 2008. no. 2. pp. 3–10.

3. The harmful chemical substances: inorganic compounds of the elements of the V-VIII groups. Handbook / A.L. Bandman, N.V. Volkova, T.D. Grohova (and others); under the editorship of V.A. Filova (and others). L.: Chemistry, 1989. pp. 592.

4. Krasnogorskaya N.N., Elizariyev A.N., Khaertdinova E.S., Mullayanov R.R. The assessment of the ecological status of the water objects within the urbanized territories // The modern problems of science and education: the network journal 2011. Access mode: <http://www.science-education.ru/100-4890> (Date of circulation 21.06.2013).

5. Serebrennikova J.A., Artemenko B.A., Trofimova L.V. Rhe plankton of the Miass river as an indicator of the saprobity of the pond // The Vestnik of the CSPU. 2011. no. 12. pp. 343–349.

6. The handbook on hydrochemistry / under the editorship of A.M. Nikanorova. L.: Gidrometeoizdat, 1988. pp. 391.

Рецензенты:

Павлова В.И., д.б.н., профессор кафедры теоретических основ физической культуры, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», член-корреспондент РАЕ, г. Челябинск;

Пряхин Е.А., д.б.н., зав. экспериментальным отделом, ФГБУН «Уральский научно-практический центр радиационной медицины» ФМБА России, г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 08.10.2013.