



DOI: 10.22363/2313-2310-2022-30-3-266-279

УДК 574

Научная статья / Research article

Антропогенное влияние на талдыкольскую систему озер в городе Нур-Султан

Л.Х. Акбаева¹, А.Б. Мельдешова¹, Е.Ж. Макажанов²

*Евразийский национальный университет имени Льва Николаевича Гумилева,
Нур-Султан, Казахстан*

*Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского
в Республике Казахстан, Нур-Султан, Казахстан*

akbaeva659@mail.ru

Аннотация. Изучена гидрохимия Талдыкольской системы озер, состоящей из озер Большой и Малый Талдыколь, в городе Нур-Султан. Цель исследования – оценка антропогенного влияния на экосистему степных водно-болотных угодий, расположенных в центре развивающейся столицы. Отбор проб был проведен с 8 участков озерной системы осенью 2020 года. Результаты гидрохимического анализа проб воды позволили оценить уровень химической загрязненности и антропогенное влияние на экосистему, которому, в связи со стремительной урбанизацией, озера подвергаются на протяжении десятков лет. На данный момент вследствие искусственной фрагментации озер нарушено поверхностное сообщение между участками, о чем свидетельствует разный состав поллютантов в водоемах. Тем не менее для составления полной картины и оценки антропогенного влияния на озерную экосистему Талдыколь необходимо рассматривать результаты комплексного исследования озер, включающего ряд дополнительных работ.

Ключевые слова: экосистема, водно-болотные угодья, урбанизация, озеро Талдыколь, гидрохимия, загрязнение воды

Благодарности и финансирование: Работа профинансирована и выполнена в рамках общественной экологической экспертизы по оценке состояния Талдыкольской системы озер при содействии учреждения неправительственная организация «Экосервис».

Вклад авторов: Л.Х. Акбаева – руководитель работы, анализ результатов, автор текста статьи; А.Б. Мельдешова – полевые работы, отбор проб, выполнение анализов; Е.Ж. Макажанов – полевые работы, пробоотбор, анализ результатов

© Акбаева Л.Х., Мельдешова А.Б., Макажанов Е.Ж., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

История статьи: поступила в редакцию 01.03.2022; принята к публикации 22.05.2022.

Для цитирования: Акбаева Л.Х., Мельдешова А.Б., Макажанов Е.Ж. Антропогенное влияние на талдыкольскую систему озер в городе Нур-Султан // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2022. Т. 30. № 3. С. 266–279. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-266-279>

Anthropogenic impact on the Taldykol lake system in the city of Nur-Sultan

Lyailya Kh. Akbaeva¹, Assem B. Meldeshova¹, Yerlan Zh. Makazhanov²

*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
Public Foundation “V.I. Vernadsky Non-Governmental Ecological Foundation
in the Republic of Kazakhstan”, Nur-Sultan, Kazakhstan
akbaeva659@mail.ru*

Abstract. The article describes study of the hydrochemistry of Taldykol lake system, consisting of the Big and Small Taldykol lakes, in the city of Nur-Sultan. The aim of the work is to assess the anthropogenic impact on the ecosystem of steppe wetlands located in the center of the developing capital. Sampling was carried out from 8 sites of the lake system in autumn 2020. The results of hydrochemical analysis of water samples made it possible to assess the level of chemical pollution and anthropogenic impact on the ecosystem, which, due to rapid urbanization, the lakes have been exposed to for decades. Now, due to the artificial fragmentation of lakes, the surface communication between the sites is disrupted, as evidenced by the different composition of pollutants in water bodies. Nevertheless, to draw up a complete picture and assess the anthropogenic impact on the Taldykol lake ecosystem, it is necessary to consider the results of a comprehensive study of lakes, which includes a number of additional works.

Keywords: ecosystem, wetlands, urbanization, lake Taldykol, hydrochemistry, water pollution

Acknowledgements and Funding: The study was funded and carried out as part of a public environmental review to assess the state of Taldykol lake system with the assistance of the NGO Ecoservice

Authors' contributions: *L.Kh. Akbaeva* – leader of the work, analysis of the results, author of the text of the article; *A.B. Meldeshova* – field work, sampling, analysis; *Y.Zh. Makazhanov* – field work, sampling, analysis of results.

Article history: received 01.03.2022; accepted 22.05.2022.

For citation: Akbaeva LKh, Meldeshova AB, Makazhanov YZh. Anthropogenic impact on the Taldykol lake system in the city of Nur-Sultan. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2022;30(3):266–279. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-266-279>

Введение

Талдыкольская система озер объединяет озера Малый и Большой Талдыколь, расположенные в юго-западной части столицы Казахстана. Эти природные водоемы относятся к категории водно-болотных угодий, которые

в соответствии с Рамсарской конвенцией должны находиться под особой защитой и управляться согласно принципам разумного и рационального использования природных ресурсов [1]. Система озер Талдыколь находится на пути естественной миграции десятков видов перелетных водоплавающих птиц, и сложившиеся здесь условия сформировали для птиц благоприятную среду для питания, гнездования и выведения птенцов, образовав уникальную для столицы природную экосистему [2]. На протяжении последних 50 лет озера Талдыкольской системы подвергались воздействию ряда различных антропогенных факторов: Большой Талдыколь использовали в качестве накопителя сточных вод, на водоемах производили сброс и забор воды, устраивали несанкционированные свалки, через озера провели дороги, в результате чего они оказались фрагментированы, а в настоящее время на территории Малого Талдыколя ведется масштабная застройка и засыпка. Подобные воздействия повлияли на всю экосистему озер и нанесли определенный ущерб – строительство дорог и проведенные работы по водопонижению озер привели к фрагментации озера Малый Талдыколь на 7 отдельных водоемов, частичной деградации и сокращению водосообщения между частями озер [3; 4].

В рамках проведенной работы была исследована гидрохимия воды озер Малый и Большой Талдыколь с целью анализа полученных результатов для оценки антропогенного воздействия на систему озер [4].

Материалы и методы исследования

Гидрохимическое исследование было проведено осенью 2020 г. Отбор проб проводили 15 октября 2020 г., в соответствии с Санитарными правилами «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденными приказом МНЭ РК от 16.03.15 № 209, а также СТ РК ГОСТ 51592–03 Вода. Общие требования к отбору проб.

Были соблюдены условия хранения (термосумки) и транспортировки – автотранспорт. Условия проведения испытаний: температура 21 °С, влажность 42 %.

Для проведения анализа на гидрохимию были выбраны показатели, представленные в табл. 1. Исследования проводились в санитарно-гигиенической лаборатории Национального центра Экспертизы КККБТУ МЗ РК.

Пробы отбирались на каждом участке по принципу конверта (пять проб) и смешивались в один образец. Участки отбора проб указаны на карте (рис. 1).

Первый и второй участки (на карте № 1 и № 2) отбора проб воды находятся в Большом Талдыколе – бывшем накопителе сточных вод. Участок № 3 расположен в районе жилых домов между улицами Кайыма Мухамедханова и улицей Е-10. Участок № 4 расположен южнее улицы Е-10 слева. Участок № 5 – южнее улицы Е-10 справа. Улица Е-22 отделила соответственно участки № 6 (слева) и № 7 (справа). Участки № 8 и № 9 отделены южнее

улицей – продолжением проспекта Улы Дала. Участок № 4, отмеченный на карте на момент взятия пробы, практически высох, воду с этого участка собрать не удалось.

Таблица 1

**Перечень гидрохимических показателей
для исследования проб воды озер Талдыколь**

| Наименование показателей | | Нормативные документы, методы исследования |
|--|-----------------------------|--|
| Запах. Интенсивность в баллах | | МСТ 3351–74 (ГОСТ) |
| Цветность в градусах | | МСТ 31868–2012 (ГОСТ) |
| Прозрачность | | Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод |
| Муть, осадок (описать) | | визуальный |
| Плавающие примеси, пленка мг/дм ³ | | Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод |
| Цвет (описать) | | визуальный |
| Водородный показатель (рН) | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Окисляемость мгО ₂ /дм ³ | | МСТ 26449.1–85(ГОСТ) |
| Щелочность, мг/-эquiv/дм ³ | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Общая жесткость мг/-эquiv/дм ³ | | МСТ 31954–2012 (ГОСТ) |
| Сухой остаток, мг/дм ³ | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Кальций, мг/дм ³ | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Магний, мг/дм ³ | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Калий, натрий, мг/дм ³ | | расчетный |
| Хлориды, мг/дм ³ | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Сульфаты, мг/дм ³ | | МСТ 31940–2013 (ГОСТ) |
| Азот | Аммиак, мг/дм ³ | МСТ 33045–2014 (ГОСТ) |
| | Нитриты, мг/дм ³ | МСТ 33045–2014 (ГОСТ) |
| | Нитраты, мг/дм ³ | МСТ 33045–2014 (ГОСТ) |
| Медь, мг/дм ³ | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Железо, мг/дм ³ | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Свинец, мг/дм ³ | | ГОСТ 31870-2012 |
| Мышьяк, мг/дм ³ | | ГОСТ 31870-2012 |
| Кадмий, мг/дм ³ | | ГОСТ 31870-2012 |
| Цинк, мг/дм ³ | | ГОСТ 31870-2012 |
| Кобальт, мг/дм ³ | | ГОСТ 31870-2012 |
| Никель, мг/дм ³ | | ГОСТ 31870-2012 |
| Селен, мг/дм ³ | | ГОСТ 31870-2012 |
| АПВ, мг/дм ³ | | МСТ 31857–2012 (ГОСТ) |
| Полифосфаты, мг/дм ³ | | МСТ 18309–2014 (ГОСТ) |
| Марганец, мг/дм ³ | | МСТ 4974–2014 (ГОСТ) |
| Нефтепродукты, мг/дм ³ | | ПНД.Ф 14.1:2:4.128-98 (KZ 07.00.01667–2017) |
| Взвешенные вещества, мг/дм ³ | | МСТ 26449.1–85 (ГОСТ) |
| Растворенный кислород, мг/дм ³ | | KZ 07.00.01228-2015 (РД 52.24.419–2005) |
| БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³ | | СТ РК ИСО5815-2–2010 ҚР СТ ИСО5815-2-2010 |
| ХПК, мгО ₂ /дм ³ | | ПНД.Ф 14.1:2:4.190-2003 (KZ 07.00.01689–2013) |
| Бор, (В), мг/дм ³ | | МСТ 5121-2003ҰСТ РК ГОСТ РК |
| Молибден, мг/дм ³ | | МСТ 18308-72 (ГОСТ) |

Расчет Индекса загрязнения воды. Для контролируемых водных объектов области рассчитывался индекс загрязненности вод (ИЗВ), применяемый для оценки их качества. В расчет ИЗВ входят показатели уровня кислородного режима водоема и биологическое потребление кислорода, кратность превышения по сульфатам, относящимся к разряду главных ионов,

определяющих химический состав вод, также в расчет ИЗВ входят тяжелые металлы, относящиеся к разряду загрязняющих (марганец, медь, цинк):

$$\text{ИЗВ} = \sum(C_{1-6}/\text{ПДК}_{1-6})/6,$$

где С/ПДК – относительная (нормированная) среднегодовая концентрация; 6 – строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов, берущихся для расчета и имеющих наибольшие относительные среднегодовые концентрации ИЗВ), позволяет устанавливать степень загрязнения воды по семи классам (табл. 2).

Table 1

List of hydrochemical indicators for the study of water samples from Taldykol lakes

| The name of indicators | | Regulatory documents, research methods |
|--|------------------------------|---|
| Smell. Intensity in points | | GOST 3351-74 |
| Water colour | | GOST 31868-2012 |
| Transparency | | Lurie. Unified methods for water analysis |
| Turbidity, sediment (description) | | Visual |
| Floating impurities, film, mg/dm ³ | | Lurie. Unified methods for water analysis |
| Colour (description) | | Visual |
| Hydrogen indicator (pH) | | GOST 26449.1-85 |
| Oxidability, mgO ₂ /dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Alkalinity, mg/-eq/dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Overall rigidity, mg/-eq/dm ³ | | GOST 31954-2012 |
| Dry residue, mg/dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Calcium, mg/dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Magnesium, mg/dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Potassium, sodium, mg/dm ³ | | Estimated |
| Chlorides, mg/dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Sulfates, mg/dm ³ | | GOST 31940-2013 |
| Nitrogen | Аммиак, mg/dm ³ | GOST 33045-2014 |
| | Nitrites, mg/dm ³ | GOST 33045-2014 |
| | Nitrates, mg/dm ³ | GOST 33045-2014 |
| Cuprum, mg/dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Ferrum, mg/dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Lead, mg/dm ³ | | GOST 31870-2012 |
| Arsenic, mg/dm ³ | | GOST 31870-2012 |
| Cadmium, mg/dm ³ | | GOST 31870-2012 |
| Zinc, mg/dm ³ | | GOST 31870-2012 |
| Cobalt, mg/dm ³ | | GOST 31870-2012 |
| Nickel, mg/dm ³ | | GOST 31870-2012 |
| Selenium, mg/dm ³ | | GOST 31870-2012 |
| AS, mg/dm ³ | | GOST 31857-2012 |
| Polyphosphates, mg/dm ³ | | GOST 18309-2014 |
| Manganese, mg/dm ³ | | GOST 4974-2014 |
| Oil products, mg/dm | | PND.F 14.1:2.4.128-98 (KZ 07.00.01667–2017) |
| Suspended solids, mg/dm ³ | | GOST 26449.1-85 |
| Dissolved oxygen, mg/dm ³ | | KZ 07.00.01228-2015 (RD 52.24.419–2005) |
| BOD ₅ , mgO ₂ /dm ³ | | ST ISO5815-2-2010 |
| COD, mgO ₂ /dm ³ | | PND.F 14.1:2.4.190-2003 (KZ 07.00.01689–2013) |
| Bohr (B), mg/dm ³ | | GOST 5121-2003 |
| Molybdenum, mg/dm ³ | | GOST 18308-72 |



Рис. 1. Точки отбора проб для анализов воды водоемов системы озер Талдыколь /
Figure 1. Sampling points for water analysis of reservoirs of the Taldykol wetlands

Таблица 2

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

| Воды | Значения ИЗВ | Классы качества вод |
|-----------------------|--------------|---------------------|
| Очень чистые | до 0,2 | I |
| Чистые | 0,2–1,0 | II |
| Умеренно загрязненные | 1,0–2,0 | III |
| Загрязненные | 2,0–4,0 | IV |
| Грязные | 4,0–6,0 | V |
| Очень грязные | 6,0–10,0 | VI |
| Чрезвычайно грязные | > 10,0 | VII |

Table 2

Water quality classes depending on the value of the water pollution index

| Water | WPI values | Water quality classes |
|---------------------|------------|-----------------------|
| Very clean | < 0.2 | I |
| Pure | 0.2–1.0 | II |
| Moderately polluted | 1.0–2.0 | III |
| Polluted | 2.0–4.0 | IV |
| Dirty | 4.0–6.0 | V |
| Very dirty | 6.0–10.0 | VI |
| Extremely dirty | > 10.0 | VII |

Результаты и обсуждение

Участок № 1

Находится в северной половине большого Талдыколя – бывшем накопителе сточных вод.

По результатам анализов, в воде запах незначительный речной – 1 балл, цветность воды оценивается в 31°. В пробе присутствует незначительный хлопьевидный черный осадок. Общий цвет воды желтый – обнаруживается в

столбике воды 10 см. Водородный показатель (рН) в норме – 8,37. Окисляемость 19,2 мг О₂/дм³, щелочность 2,95 мг-экв/дм³, общая жесткость 26,25 мг-экв/дм³.

Сухой остаток составил 2545,99, что является превышением ПДК в 2,5 раза. Выше нормы кальций 290,58 мг/дм³ (1,6ПДК), магний 142,88 мг/дм³ (3,6ПДК), калий+натрий 402 мг/дм³ (2 ПДК), хлориды 1023 мг/дм³ (2,92 ПДК), общая жесткость 26,25 мг/дм³ (3,8 ПДК). Сульфаты в верхней границе нормы – 507,58 мг/дм³. Азот, медь, АПАВ, полифосфаты, нефтепродукты, растворенный кислород, БПК₅, бор, молибден не превышают уровни ПДК.

Наблюдается превышение норм по железу – 1,63 мг/дм³ (5,43ПДК), марганцу – 0,29 мг/дм³ (2,9 ПДК), ХПК – 61,3 мгО₂/дм³ (2,04ПДК для 2-й категории).

ИЗВ на участке № 1 составляет 1,39, что соответствует III классу качества вод – умеренно загрязненные.

Участок № 2

Данным участком обозначена южная половина большого Талдыколя.

По результатам анализов в воде запах незначительный речной – 1 балл, цветность воды оценивается в 30°, прозрачность – 15,8. В пробе присутствует незначительный хлопьевидный осадок. Общий цвет воды желтый – обнаруживается в столбике воды 10 см. Водородный показатель (рН) в пределах нормы – 8,41. Окисляемость 20,96 мгО₂/дм³, щелочность 3,75 мг-экв/дм³, общая жесткость 27,5 мг-экв/дм³.

Сухой остаток составил 2501,75 мг/дм³, что является превышением ПДК в 2,5 раза. Кальций составил 310,62 мг/дм³ (1,7 ПДК), магний – 145,92 мг/дм³ (3,6 ПДК), калий + натрий 349,25 мг/дм³ (1,7 ПДК), хлориды присутствуют в избытке – 976,5 мг/дм³ (2,79 ПДК). Сульфаты в верхней границе нормы – 490,67 мг/дм³. Азот в целом (аммиак, нитриты, нитраты) не превышает ПДК. Также не превышают нормативные уровни медь, АПАВ, полифосфаты, нефтепродукты, растворенный кислород, БПК₅, бор, молибден. Общая жесткость 27,5 мг/дм³ (3,8 ПДК).

Наблюдается превышение норм по железу – 0,46 мг/дм³ (1,5 ПДК), марганцу – 0,38 мг/дм³ (3,8 ПДК), ХПК – 58,4 мг О₂/дм³ (1,9 ПДК для 2-й категории).

ИЗВ на участке № 2 составляет 1,25, что соответствует III классу качества вод – умеренно загрязненные.

Участок № 3

Является самым северным участком Малого Талдыколя, расположен в районе жилых домов улиц Кайыма Мухамедханова и Е-10.

Запах оценивается как речной – 1 балл, цветность воды – 26°, в пробе присутствует незначительный хлопьевидный осадок. Плавающих примесей, пленки нет. Общий цвет воды светло-желтый – обнаруживается в столбике

воды 10 см. Водородный показатель (рН) – 8,92. Окисляемость 25,6 мгО₂/дм³, щелочность 4,3 мг-экв/дм³, общая жесткость 115,0 мг-экв/дм³ (16,4 ПДК).

Сухой остаток составил 12 802,0, что является превышением ПДК в 12,8 раза. В избытке присутствуют: кальций – 448,9 мг/дм³ (2,5 ПДК), магний – 650,2 мг/дм³ (16,3 ПДК), калий и натрий – 5897,6 мг/дм³ (29,5 ПДК), цинк – 5 (55,55 ПДК), хлориды – 4704,0 мг/дм³ (13,44 ПДК), сульфаты – 3577,0 мг/дм³ (7,15 ПДК), свинец – 0,224 (7,5 ПДК), марганец – 1,650 мг/дм³ (16,5 ПДК). Азот в целом (аммиак, нитриты, нитраты) не превышает ПДК. Также не превышают нормативные уровни медь, железо, АПАВ, полифосфаты, нефтепродукты, БПК₅, бор, молибден.

Наблюдается превышение норм по ХПК – 82,3 мгО₂/дм³ (2,74 ПДК для 2-й категории). Показатель взвешенных частиц значительно превышает норму – 130,7 мг/дм³.

ИЗВ на участке № 3 составляет 4,29, что соответствует V классу качества вод – грязные.

Участок № 5

Расположен южнее улицы Е-10, с правой стороны.

По результатам анализов в воде запах речной – 2 балла, при норме не более 2 баллов. Цветность воды оценивается в 29°. Прозрачность – 15,7. В пробе присутствует незначительный песчаный осадок. Плавающие примеси, пленка отсутствуют. Общий цвет воды светло-желтый – обнаруживается в столбике воды 10 см. Водородный показатель (рН) – 8,72, что указывает на слабощелочную среду. Окисляемость высокая – 78,4 мгО₂/дм³, щелочность – 2,3, общая жесткость 165,0 мг-экв/дм³ (23 ПДК).

Сухой остаток составил 23 091,0, значительно превышая норму, в 23 раза. Превышают норму: кальций – 714,6 мг/дм³ (3,97 ПДК), магний – 1356 мг/дм³ (33,9 ПДК), калий и натрий – 7956,8 мг/дм³ (39,78 ПДК). Также в избытке содержатся хлориды – 7595,0 мг/дм³ (21,7 ПДК), сульфаты – 7509,0 мг/дм³ (15 ПДК), свинец – 0,083 (2,8 ПДК), марганец – 1,283 мг/дм³ (12,83 ПДК) и нефтепродукты – 0,18 мг/дм³ (1,8 ПДК).

Показатели азота в пределах нормы. Также не превышают нормативные уровни медь, железо, цинк, АПАВ, полифосфаты, растворенный кислород, БПК₅, бор, молибден.

Наблюдается превышение нормы ХПК – 125,9 мгО₂/дм³ (24,2 ПДК). Показатель взвешенных веществ также превышает норму – 27,0 мг/дм³ при норме не более 0,75 мг/дм³.

ИЗВ на участке № 5 составляет 5,07, что соответствует V классу качества вод – грязные.

Участок № 6

Находится южнее улицы Е-22.

Запах воды речной – 2 балла. Цветность воды составляет 26°, прозрачность – 17,6. В пробе присутствует незначительный песчаный осадок.

Плавающие примеси, пленка отсутствуют. Общий цвет воды светло-желтый – обнаруживается в столбике воды 10 см. Водородный показатель – 8,02. Окисляемость 8,64 мгО₂/дм³, щелочность 3,3 мг-экв/дм³, общая жесткость 49,8 мг-экв/дм³.

Сухой остаток составил 5183,0 мг/дм³, что превышает норму (5,2 ПДК). В избытке содержатся кальций – 275,55 мг/дм³ (1,5 ПДК), магний – 321,4 мг/дм³ (8 ПДК), а также в совокупности калий и натрий – 1422 мг/дм³ (7,11 ПДК). Хлориды составляют 2069,0 мг/дм³, превышают норму в 5,9 раза. Также превышают нормативные уровни сульфаты – 1392,62 мг/дм³ (2,8 ПДК), свинец – 0,226 (7,5 ПДК), марганец – 0,153 мг/дм³ (1,5 ПДК), БПК₅ – 7,2 мгО₂/дм³, ХПК – 54,5 мгО₂/дм³ (1,8 ПДК для 2-й категории).

Азот (аммиак, нитриты, нитраты) не превышает норму. Также не превышают нормативные показатели медь, железо, АПАВ, полифосфаты, нефтепродукты, бор и молибден.

Наблюдается превышение нормы взвешенных веществ – 174,7 мг/дм³.

ИЗВ на участке № 6 составляет 1,24, что соответствует III классу качества вод – умеренно загрязненные.

Участок № 7

Расположен южнее улицы Е-22, восточнее участка № 6.

По результатам анализов в воде запах речной – 2 балла, цветность воды оценивается в 26°, прозрачность 17,8. В пробе присутствует незначительный песчаный осадок. Цвет воды светло-желтый – обнаруживается в столбике воды 10 см. Водородный показатель (рН) слегка щелочной – 8,71, при норме 6,5–8,5. Окисляемость 8,48 мгО₂/дм³, щелочность 5,2 мг-экв/дм³, общая жесткость 50,0 мг-экв/дм³.

Сухой остаток составил 4702,6 мг/дм³, что является превышением ПДК в 4,7 раза. Норму превышают показатели кальция – 210,42 мг/дм³ (1,2 ПДК), магния – 237,12 мг/дм³ (5,9 ПДК), калия и натрия – 1192 мг/дм³ (7 ПДК). Также в избытке содержатся хлориды – 1715,0 мг/дм³ (4,9 ПДК), сульфаты – 1169,0 мг/дм³ (2,33 ПДК), свинец – 0,207 (6,9 ПДК) и в незначительной степени железо – 0,33 мг/дм³ (1,1 ПДК). Показатели содержания азота не превышают норму. Не превышают ПДК также медь, АПАВ, полифосфаты, марганец, нефтепродукты, бор и молибден.

Наблюдается превышение норм показателей взвешенных веществ – 19,0 мг/дм³, БПК₅ – 8,2 мгО₂/дм³, ХПК – 80 мгО₂/дм³ (2,7 ПДК для 2 категории).

ИЗВ на участке № 7 составляет 1,05, что соответствует III классу качества вод – умеренно загрязненные.

Участок № 8

Находится южнее продолжения проспекта Улы Дала – западный водоем.

По результатам анализов в воде запах речной – 2 балла, цветность воды составляет 28°. Прозрачность до 15,4. В пробе присутствует незначительный

хлопьевидный осадок. Плавающие примеси, пленка отсутствуют. Цвет воды светло-желтый – обнаруживается в столбике воды 10 см. Водородный показатель (рН) не превышает норму – 8,22. Окисляемость 26,72 мгО₂/дм³, щелочность 6,2 мг-экв/дм³, общая жесткость 82,0 мг-экв/дм³.

Сухой остаток составил 8386,32, что превышает норму в 8,3 раза. Кальций, магний, калий и натрий в пределах нормы, хлориды содержатся в значительном избытке – 4475,6 мг/дм³ (12,78 ПДК). Азот не превышает ПДК. Также не превышают нормативные уровни медь, АПАВ, полифосфаты, марганец, нефтепродукты, БПК₅, бор, молибден.

Сульфаты превышают норму – 599,48 мг/дм³ (1,2 ПДК), также наблюдается незначительное превышение норм по железу – 0,33 мг/дм³ (1,1 ПДК). ХПК превышает норму – 61,9 мгО₂/дм³ (2 ПДК).

ИЗВ на участке № 8 составляет 0,52, что соответствует II классу качества вод – чистые.

Участок № 9

Находится, как и участок № 8, южнее улицы Е-22, но является восточным водоемом.

По результатам анализов в воде запах речной – 2 балла, цветность воды оценивается в 26⁰. Осадки, плавающие примеси, пленка в пробе отсутствуют. Общий цвет воды светло-желтый – обнаруживается в столбике воды 10 см. Водородный показатель (рН) в норме – 8,28. Окисляемость составляет 7,4 мгО₂/дм³, щелочность 6,8 мг/-экв/дм³, общая жесткость 100,00 мг/-экв/дм³.

Сухой остаток составил 5515 мг/дм³, что является превышением ПДК в 5,5 раза. В избытке присутствуют кальций – 1187,37 мг/дм³ (6,6 ПДК), магний – 495,52 мг/дм³ (12,4 ПДК), калий и натрий – 1570,37 мг/дм³ (7,85 ПДК). Также превышает норму содержание хлоридов – 2034,4 мг/дм³ (5,8 ПДК) и сульфатов – 522,72 мг/дм³ (1,04 ПДК).

Не превышают норму показатели азота, меди, железа, АПАВ, полифосфатов, нефтепродуктов, растворенного кислорода, бора и молибдена.

Наблюдается превышение норм по взвешенным веществам – 22,0 мг/дм³, БПК₅ – 7,0 мгО₂/дм³ при норме не более 6,0 мгО₂/дм³ для водоемов 2-й категории, ХПК – 79 мгО₂/дм³ (2,63 ПДК для 2-й категории).

ИЗВ на участке № 8 составляет, что соответствует II классу качества вод – чистые.

Обобщая данные по характеру загрязнения, можно отметить, что основными химическими показателями, превышающими предельно допустимые концентрации, являются сухой остаток, кальций, магний, калий+натрий, общая жесткость, хлориды, сульфаты, железо, марганец. Поллютанты варьируют в разных озерах. Таким образом, воду в водоемах можно характеризовать как жесткую. Почти во всех водоемах обнаруживается желтый цвет в столбике 10 см. Цветность воды варьирует от 26 до 31⁰; часто присутствуют хлопьевидные осадки, рН вод в среднем ближе к норме, но местами склоняется к щелочной. Особых примесей не замечено, но показатели взвешенных

частиц бывают высокими. Запах вод около 1 (из максимально двух) баллов – речной. Практически во всех водоемах наблюдается превышение норм по ХПК, что свидетельствует об избытке в воде органических веществ.

В табл. 3 представлены данные по индексу загрязнения вод водоемов системы озер Талдыколь. Отслеживается стойкая тенденция загрязнения системы озер с севера на юг (рис. 2).

Таблица 3

Индексы загрязнения воды по водоемам системы озер Талдыколь

| Номер участка (водоема) | ИЗВ | Класс качества воды |
|-------------------------|------|-----------------------------------|
| 1 | 1,39 | III класс – умеренно загрязненные |
| 2 | 1,25 | III класс – умеренно загрязненные |
| 3 | 4,29 | V класс – грязные |
| 4 | - | Воды нет |
| 5 | 5,07 | V класс – грязные |
| 6 | 1,24 | III класс – умеренно загрязненные |
| 7 | 1,05 | III класс – умеренно загрязненные |
| 8 | 0,52 | II класс – чистые |
| 9 | 0,66 | II класс – чистые |

Table 3

Indices of water pollution by reservoirs of the Taldykol lake system

| Site number | WPI | Water quality class |
|-------------|------|---------------------------------|
| 1 | 1.39 | III class – moderately polluted |
| 2 | 1.25 | III class – moderately polluted |
| 3 | 4.29 | V class – dirty |
| 4 | - | No water |
| 5 | 5.07 | V class – dirty |
| 6 | 1.24 | III class – moderately polluted |
| 7 | 1.05 | III class – moderately polluted |
| 8 | 0.52 | II class – pure |
| 9 | 0.66 | II class – pure |

Самые грязные участки – № 3 и № 5, где качество воды относится к V классу – грязные. Южные участки № 8 и № 9 являются практически чистыми здоровыми водоемами.

Стойкое закономерное различие в уровне загрязнения вод также может свидетельствовать о слабой или практически отсутствующей связи между водоемами. Если бы водоемы сообщались, то они бы были равны по гидрохимическому загрязнению [4; 5].

Заключение

Таким образом, дороги, проведенные по акватории озер Талдыкольской системы, фрагментировали озеро Малый Талдыколь на 7 отдельных водоемов, вследствие чего было нарушено естественное водосообщение. Результаты проведенного гидрохимического исследования показали, что большинство участков озер имеют класс качества воды – умеренно загрязненные и чистые, что характерно при нахождении их внутри большого города [6; 7]. Направление распространения химических веществ позволяет сделать вывод, что загрязнение озер идет со стороны города [8]. Однако преграды в виде дорог препятствуют проникновению загрязнения между разделенными частями водоемов.

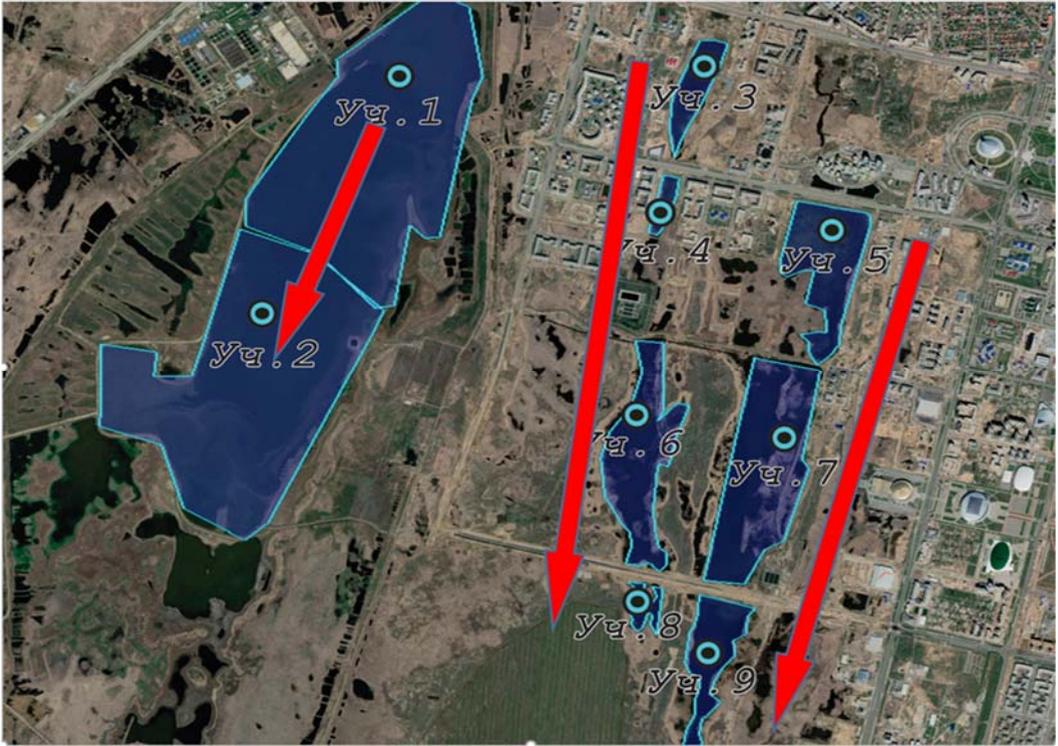


Рис. 2. Направление распространения химического загрязнения между участками озер Талдыколь

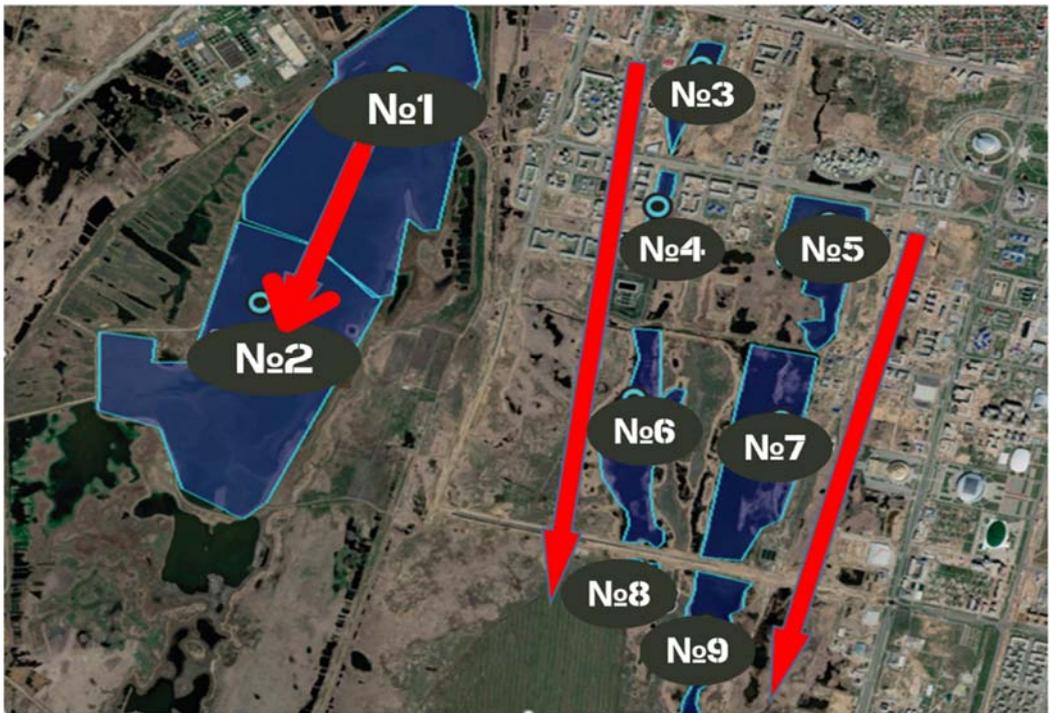


Figure 2. Direction of spread of chemical pollution between areas of Taldykol lakes

Для составления полной картины и оценки антропогенного влияния на озерную экосистему Галдыколь необходимо рассматривать результаты комплексного исследования озер, включающего целый ряд работ. Тем не менее очевидно, что система степных водно-болотных угодий подверглась негативным воздействиям вследствие нерационального использования природных ресурсов и градостроительства. На данный момент для восстановления природной экосистемы необходимо, в первую очередь, наладить сообщения между фрагментированными участками водоемов [9; 10].

References / Список литературы

- [1] Anand V, Oinam B. Future land use land cover prediction with special emphasis on urbanization and wetlands. *Remote Sensing Letters*. 2019 Dec 24;11(3):225–34.
- [2] Zurell D, Graham CH, Gallien L, Thuiller W, Zimmermann NE. Long-distance migratory birds threatened by multiple independent risks from global change. *Nature Climate Change*. 2018 Oct 22;8(11):992–6.
- [3] Novoa V, Rojas O, Ahumada-Rudolph R, Sáez K, Fierro P, Rojas C. Coastal Wetlands: Ecosystems Affected by Urbanization? *Water*. 2020 Mar 4;12(3):698.
- [4] Scott R, Goulden T, Letman M, Hayward J, Jamieson R. Long-term evaluation of the impact of urbanization on chloride levels in lakes in a temperate region. *Journal of Environmental Management*. 2019 Aug 15;244:285–93.
- [5] Gallant K, Withey P, Risk D, van Kooten GC, Spafford L. Measurement and economic valuation of carbon sequestration in Nova Scotian wetlands. *Ecological Economics*. 2020 May 17;1:106619.
- [6] Furaca NB, Hogue AM, Mackay F, Willemse M, Langa AA. Exploring urbanization and critical habitat loss through land cover change around the Bons Sinais Estuary, Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*. 2021 Dec 23;(1/2021):43–58.
- [7] Nguyen H, Recknagel F, Meyer W. Water Quality Control Options in Response to Catchment Urbanization: A Scenario Analysis by SWAT. *Water*. 2018 Dec 13;10(12):1846.
- [8] Xia W, Wang R, Zhu B, Rudstam LG, Liu Y, Xu Y, et al. Heavy metal gradients from rural to urban lakes in central China. *Ecological Processes*. 2020 Sep 15;9(1).
- [9] Singh NK, Gourevitch JD, Wemple BC, Watson KB, Rizzo DM, Polasky S, et al. Optimizing wetland restoration to improve water quality at a regional scale. *Environmental Research Letters*. 2019 May 29;14(6):064006.
- [10] Qu Y, Sun G, Luo C, Zeng X, Zhang H, Murray NJ, et al. Identifying restoration priorities for wetlands based on historical distributions of biodiversity features and restoration suitability. *Journal of Environmental Management*. 2019 Feb 23;1:1222–31.

Сведения об авторах:

Акбаева Ляйля Хамидуллаевна, и.о. профессора кафедры управления и инжиниринга в сфере охраны окружающей среды Евразийского Национального университета им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, 010000, Нур-Султан, ул. Сатпаева, д. 2, кандидат биологических наук. ORCID: 0000-0002-2192-454X. E-mail: akbaeva659@mail.ru

Мельдешова Асем Бахытовна, магистрант факультета естественных наук Евразийского Национального университета им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, 010000, Нур-Султан, ул. Сатпаева, д. 2. ORCID: 0000-0001-6464-8824. E-mail: asem.meldesheva@gmail.com

Макажанов Ерлан Жумабаевич, научный руководитель общественного фонда «Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского в Республике Казахстан», Казахстан, Нур-Султан, район Есиль, проспект Қабанбай Батыр, д. 40. ORCID: 0000-0003-0921-7532. E-mail: makazhanov82@mail.ru

Bio notes:

Lyailya Kh. Akbaeva, acting Professor of the Department of Management and Engineering in the Field of Environmental Protection of the Eurasian National University. L.N. Gumilyov, 2 Satpaev St, Nur-Sultan, 010000, Kazakhstan, Ph.D. ORCID: 0000-0002-2192-454X. E-mail: akbaeva659@mail.ru

Assem B. Meldeshova, master student of the Faculty of Natural Sciences of the Eurasian National University. L.N. Gumilyov, 2 Satpaev St, Nur-Sultan, 010000, Kazakhstan. ORCID: 0000-0001-6464-8824. E-mail: asem.meldesheva@gmail.com

Yerlan Zh. Makazhanov, Scientific Supervisor of the Public Foundation “V.I. Vernadsky Non-Governmental Ecological Foundation in the Republic of Kazakhstan”, 40 Kabanbai Batyr avenue, Yesil district, Nur-Sultan, Kazakhstan. ORCID: 0000-0003-0921-7532. E-mail: makazhanov82@mail.ru