

СТАТЬИ

УДК 556.551:502.5(571.13)
DOI 10.17513/use.38431

СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ОМСКА

Королёв А.Н.

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет,
Омск, e-mail: korolev66.66@mail.ru*

В статье приводится анализ результатов химического исследования воды расположенных на территории Омска городских водоемов. В городской среде роль водоемов многогранна: они выполняют как хозяйственные функции, так и природоохранные, эстетические и рекреационные. Поэтому контроль за качеством воды в них является частью мониторинга состояния окружающей среды. Целью исследования являлась оценка современного гидрохимического состояния природных и антропогенных водоемов на территории Кировского административного округа Омска. Исследуемые водоемы – это небольшие водные объекты как природного (озеро Кирпичка на территории Авиагородка, озера особо охраняемой природной территории «Птичья гавань», озёра на территории парков имени 300-летия г. Омска и 30-летия Победы), так и антропогенного происхождения (пруды: у пельменной фабрики, торгового центра «АТ-Маркет», в районе Новокировского кладбища и садового некоммерческого товарищества «Нефтехимик», поселка Солнечный). Отбор проб воды производился в июне-июле 2018 г. Водородный показатель (рН) воды в водоемах находится в пределах 7,16...7,82, что свидетельствует о нейтральной и близкой к нейтральной реакции среды. Среди катионов основными являются кальций и магний, а анионов – хлорид- и сульфат-ионы. Ионный состав водоемов в соответствии с классификацией Курлова позволяет отнести водоемы к гидрокарбонатному и хлоридному классам и трем группам. Вода в водоемах жёсткая и очень жесткая (7,4...47 мг-экв.); преобладающий тип жесткости – карбонатная. Минерализация находится в пределах 403,2...3174,9 мг/дм³, что характерно для пресных и солоноватых вод различной степени солёности. Перманганатная окисляемость вод (колеблется в пределах 3,09...19,57 мгО/дм³), а также присутствие значительных количеств ионов аммония в большинстве водоемов (озера парковых территорий им. 300-летия Омска, им. 30-летия Победы, пруды около пельменной фабрики и Новокировского кладбища), свидетельствуют о загрязнении водоемов легко окисляемыми органическими и неорганическими веществами.

Ключевые слова: гидрохимия городских водоемов, Омск, минерализация, жесткость воды, класс воды

CURRENT HYDROCHEMICAL STATE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC WATER BODIES IN OMSK

Korolev A.N.

The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, e-mail: korolev66.66@mail.ru

The article provides an analysis of the results of a chemical study of water in urban reservoirs located on the territory of Omsk. In the urban environment, the role of reservoirs is multifaceted; they perform both economic, environmental, aesthetic and recreational functions. Therefore, water quality control in them is part of environmental monitoring. The purpose of the study was to assess the current hydrochemical state of natural and anthropogenic reservoirs in the Kirov Administrative District of Omsk. The reservoirs under study are small water bodies of both natural (Lake Kipichka on the territory of Aviagorodok, lakes of the specially protected natural territory "Bird Harbor", lakes on the territory of parks named after the 300th anniversary of Omsk and the 30th anniversary of Victory) and anthropogenic origin (ponds: at the dumpling factory, AT-Market shopping center, the area of the Novokovsky cemetery and the Neftekhimik garden non-profit partnership, the village of Solnechny). Water sampling was carried out in June-July 2018. The hydrogen index (pH) of water in reservoirs is in the range of 7.16...7.82, which indicates a neutral and close to neutral reaction of the medium. Among the cations, the main ones are calcium and magnesium, and the anions are chloride and sulfate ions. The ionic composition of reservoirs in accordance with the Kurlov classification makes it possible to classify reservoirs into bicarbonate and chloride classes and three groups. The water in reservoirs is hard and very hard (7.4...47 mg/eq); the predominant type of hardness is carbonate. Mineralization ranges from 403.2...3174.9 mg/dm³, which is typical for fresh and brackish waters of varying degrees of salinity. The permanganate oxidizability of waters (ranges from 3.09...19.57 mgO/dm³), as well as the presence of significant amounts of ammonium ions in most reservoirs (lakes of the park territories named after the 300th anniversary of Omsk, named after the 30th anniversary of Victory, ponds near the pelmeni factory and the Novokovsky cemetery), indicate contamination of reservoirs with easily oxidizable organic and inorganic substances.

Keywords: hydrochemistry of urban water bodies, Omsk, salinity, water hardness, water class

Введение

Городские водоемы имеют огромное значение. Они влияют на микроклимат, под-
держивают уровень грунтовых вод и био-

разнообразие. Их роль не ограничивается
хозяйственными нуждами: они также важны
для сохранения природы, эстетики города
и организации досуга [1]. В связи с угрозой

загрязнения мониторинг качества воды становится критически важным. Озера и пруды, в отличие от рек, характеризуются медленным водообменом, что приводит к существенным различиям в их химическом составе, даже если они находятся в схожих климатических и геологических условиях. Омская область относится к бассейну р. Иртыш. На территории области более 4 тыс. рек и 16 тыс. озер. Некоторые из них считаются памятниками природы, среди них реликтовые озера с лечебными грязями^{1,2}. За последние пять лет в реках Омска и его окрестностей наблюдается существенное снижение химического загрязнения. Проверки Министерства природных ресурсов и экологии Омской области показывают, что за последние пять лет по сравнению с предыдущими годами показатели уровня загрязнения воды рек Иртыш и Омь, а также малых рек омского Прииртышья вредными веществами значительно снизились. Это отражено в соответствующих докладах об экологической ситуации в Омской области за 2022-2023 гг. и публикациях ряда авторов [2; 3]. Но данных по содержанию различных загрязнителей в малых городских водоемах нет.

Экологическое состояние природных водоемисточников Омской области является предметом исследований таких авторов, как Н.Н. Барсукова и соавт., Н.Н. Жаркова и соавт., Ю.А. Новикова и соавт. [4-6]. Но в большей степени они посвящены исследованиям рек. Изучению отдельных водоемов на территории области посвящены работы Н.М. Невенчанной и соавт. [7-9]. Исследования гидрохимических показателей малых водоемов непосредственно в Омске проводятся редко, и информация по ним доступна лишь в ограниченном числе публикаций [10; 11].

В пределах Кировского административного округа (КАО) Омска расположено более двадцати водоемов различного происхождения – как естественного, так и антропогенного. Часть этих водоемов активно используется для отдыха и имеет статус особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в то время как другие водоемы в настоящее время не задействованы, но мо-

гут быть освоены для рекреационных целей в перспективе.

Цель исследования – гидрохимическая характеристика природных и антропогенных водоемов КАО города Омска с целью оценки их современного состояния.

Материал и методы исследования

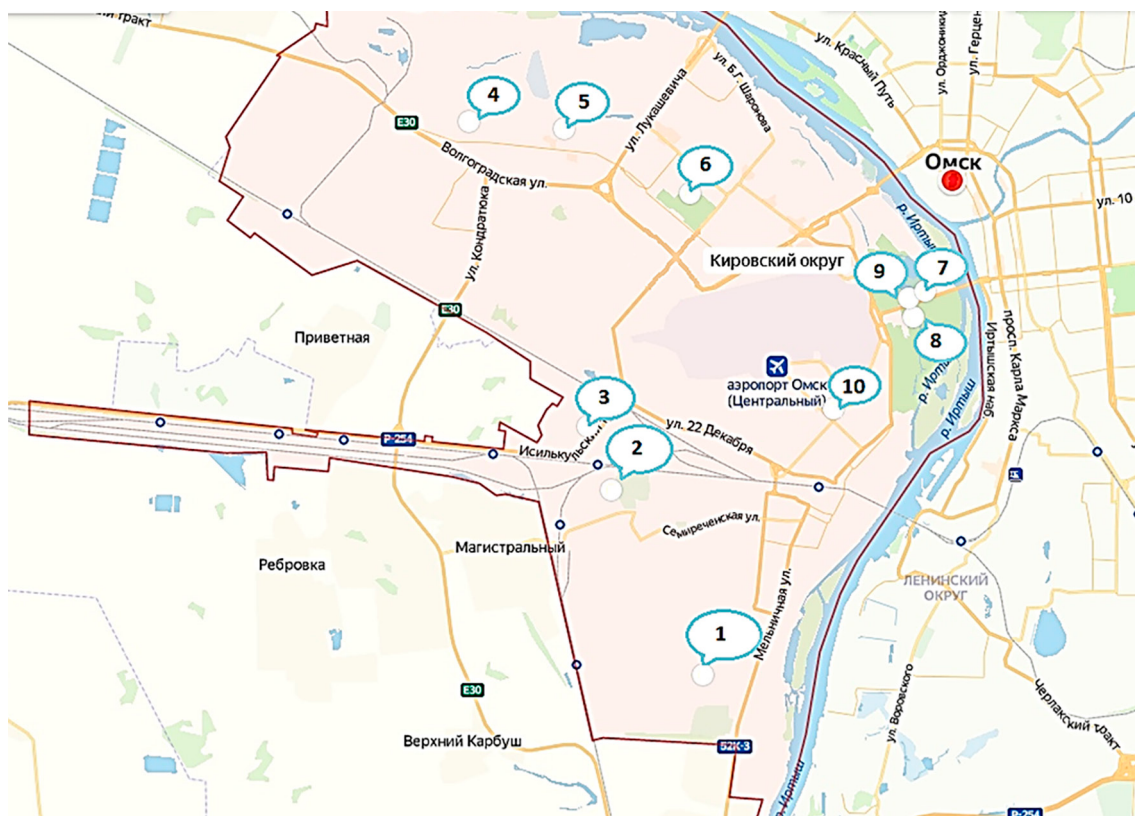
Отбор проб воды из 10 водоемов на территории КАО г. Омска (рисунок) проводился в июне-июле 2018 г. однократно согласно ГОСТ 17.1.5.04-81 (актуализ. 01.07.2023) [12]. Из каждого водоема было взято по 5 проб воды в пластиковые бутылки. Перед использованием бутылки тщательно промывали: сначала мыльной водой, затем 10-20 раз обычной водой и трижды дистиллированной. Непосредственно перед отбором пробы бутылки ополаскивали 2-3 раза водой из исследуемого озера. Физико-химические анализы воды были проведены в аккредитованных лабораториях (Испытательная лаборатория (центр) ООО «МИ-Транс»; Центральная учебно-научная лаборатория аграрно-технологических исследований ФГБОУ ВО «Омский ГАУ») по общепринятым методикам (РД 52.24.377-95, ГОСТ Р 52407-2005, ПНД Ф серии 14.1:2:4), результаты сравнивались с ПДК [13]. Проведенное исследование предоставило возможность для первоначального анализа текущего состояния водных объектов города, в частности по показателям содержания в них отдельных химических элементов.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследуемые водоемы – это небольшие водные объекты как природного (оз. Кирпичка на территории Авиагородка, озера ООПТ «Птичья гавань», озера на территории парков им. 300-летия г. Омска и 30-летия Победы), так и антропогенного происхождения (пруды: у пельменной фабрики, торгового центра «АТ-Маркет», района Новокировского кладбища и садового некоммерческого товарищества (СНТ) «Нефтехимик», пос. Солнечный). Как правило – это небольшие водоемы площадью водного зеркала от 2,4 до 147 тыс. м² (0,24-14,7 га). Характер питания смешанный и представлен как талыми водами и атмосферными осадками, так и за счет грунтовых вод. Наличие воды в водоемах круглый год обеспечено особенностями геологического строения территории их расположения. Толстые слои водоупорных глин предотвращают фильтрацию воды в нижние слои.

¹ Омская область. Природа родного края. URL: <https://sites.google.com/view/omskaia/> (дата обращения: 15.05.2025).

² Характеристика состояния водных объектов Омской области (обновлено 06.08.2018). Сайт Омского филиала Федерального бюджетного учреждения «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу». URL: https://omsktfi.ru/?option=com_content&view=article&id=55&catid=102&Itemid=351 (дата обращения: 15.05.2025).



Локализация исследуемых водоемов на территории Кировского АО г. Омска: 1 – пруд в районе Новокировского кладбища; 2 – пруд у пельменной фабрики; 3 – пруд на территории СНТ «Нефтехимик»; 4 – пруд территории пос. Солнечный; 5 – пруд около ТЦ «АТ-Маркет»; 6 – оз. территории парка им. 300-летия г. Омска; 7, 9 – озёра территории ООПТ «Птичья гавань» (восточное и западное); 8 – оз. территории парка им. 30-летия Победы; 10 – оз. Кирпичка на территории Авиагородка

Примечание: составлено автором с использованием:
URL: <https://gis.ru/omsk?m=73.272367%2C54.945991%2F12.41>

Большинство из исследуемых водоемов в настоящее время имеет природоохранное либо рекреационное назначение; используется населением для отдыха. При оценке экологического состояния прибрежных областей исследуемых водоемов установлено, что берега и прибрежные земельные участки вокруг большинства водоемов имеют антропогенное загрязнение (в основном бытовой мусор, представленный ПЭТ-пакетами и бутылками, металлическая тара, бумага, строительные материалы). Краткая характеристика водоемов на территории КАО г. Омска приведена в таблице 1.

Химический анализ показал, что вода в водоемах имеет нейтральную или слабощелочную реакцию, с показателем pH в пределах 7,16...7,82. Преобладающими катионами являются кальций и магний (табл. 2), а анионами – хлорид- и сульфат-ионы (табл. 3). При этом значительные концентрации ионов Mg^{2+} (≥ 2 ПДК) обнаружены в водоемах Но-

вокировского кладбища, торгового центра «АТ-Маркет» и парка им. 30-летия Победы. Более чем 1,5 ПДК для ионов Ca^{2+} обнаружено в водоемах в районе ТЦ «АТ-Маркет» и парка им. 30-летия Победы (400 и 316 мг/дм³ соответственно).

Присутствие значительных количеств ионов аммония (NH_4^+) в воде некоторых водоемов (озера парковых территорий им. 300-летия Омска, им. 30-летия Победы, пруды около пельменной фабрики и Новокировского кладбища) является показателем биологического загрязнения и свидетельствует о попадании либо фекальных стоков, либо органических загрязнений.

В водоемах в районе ТЦ «АТ-Маркет» и парка им. 30-летия Победы содержание анионов Cl^- и SO_4^{2-} значительно превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов: 462 и 1134 мг/дм³ соответственно для сульфат-ионов и 764,7 и 888,9 мг/дм³ соответственно для хлорид-ионов (табл. 3).

Таблица 1

Характеристика водоемов Кировского административного округа г. Омска

Расположение водоема	S, тыс. м ² /га	Характер питания	Назначение	Характер загрязнения
Р-н пельменной фабрики	<u>22,156</u> 2,22	смешан.	не установлено	антропогенный
Р-н Новокировского кладбища	<u>6,551</u> 0,655	смешан.	не установлено	антропогенный
Дачный кооператив «Нефтехимик»	<u>12,285</u> 1,23	смешан.	рекреационное	антропогенный
Пос. Солнечный	<u>2,404</u> 0,24	смешан.	рекреационное	антропогенный
Р-н ТЦ «АТ-Маркет»	<u>5,721</u> 0,572	смешан.	рекреационное	антропогенный
Парк им. 300-летия Омска	<u>5,461</u> 0,546	смешан.	рекреационное	антропогенный
ООПТ «Птичья гавань» (восточный водоём)	<u>71,454</u> 7,15	смешан.	природоохранное, рекреационное	не установлено
Парк им. 30-летия Победы	<u>60,246</u> 6,03	смешан.	рекреационное	не установлено
ООПТ «Птичья гавань» (западный водоём)	<u>147,655</u> 14,77	смешан.	природоохранное, рекреационное	не установлено
Оз. Кирпичка, территория Авиагородка	<u>20,086</u> 2,01	смешан.	рекреационное	антропогенный

Примечание: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования и на основе источников: URL: <https://2gis.ru/omsk?m=73.272367%2C54.945991%2F12.41>, [11].

Таблица 2

Содержание основных катионов в водоёмах Кировского АО г. Омска, мг/дм³

Расположение водоема	Na ⁺ +K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	NH ₄ ⁺
Пруд района пельменной фабрики	0,35	92,4	136	не обнар.	не обнар.	0,58
Пруд района Новокировского кладбища	171,9	284,5	192	не обнар.	не обнар.	0,58
Пруд СНТ «Нефтехимик»	0,05	55,9	80	не обнар.	не обнар.	0,01
Пруд пос. Солнечный	11,6	75,4	140	не обнар.	не обнар.	0,26
Пруд района ТЦ «АТ-Маркет»	4,62	209,2	400	не обнар.	не обнар.	не обнар.
Оз. парка им. 300-летия Омска	0,37	55,9	56	не обнар.	не обнар.	1,18
Оз. ООПТ «Птичья гавань» (восточный водоём)	0,3	109,4	176	не обнар.	не обнар.	0,02
Оз. парка им. 30-летия Победы	368,4	277,3	316	не обнар.	не обнар.	1,18
Оз. ООПТ «Птичья гавань» (западный водоём)	4,28	97,3	164	0,06	0,02	0,38
Оз. Кирпичка, территория Авиагородка	0,16	128,9	152	не обнар.	не обнар.	0,26
*ПДК _{хп}	Na ⁺ 200 K ⁺ 180	100	200	0,3		1,5
ПДК _{кб}				0,1		0,5
ПДК _{рх}	Na ⁺ 120 K ⁺ 50					

Примечание: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования.

* Здесь и в таблицах 3, 5: ПДК_{хп} – хозяйственно-питьевое водопользование; ПДК_{кб} – культурно-бытовое водопользование; ПДК_{рх} – рыбохозяйственные водоемы по СанПиН 1.2.3685-21 [13].

Таблица 3

Анионный состав водоёмов Кировского АО города Омска, мг/дм³

Расположение водоема	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
Пруд района пельменной фабрики	не обнар.	190,4	176,1	296	12,4	не обнар.
Пруд района Новокировского кладбища	не обнар.	556,5	764,7	462	13,6	0,02
Пруд СНТ «Нефтехимик»	не обнар.	156,2	96,6	153	8,4	не обнар.
Пруд пос. Солнечный	не обнар.	332	136,7	199	17,4	не обнар.
Пруд р-на ТЦ «АТ-Маркет»	не обнар.	449,1	378,8	918	15,2	0,02
Оз. парка им. 300-летия Омска	не обнар.	136,7	88,4	129	4	0,01
Оз. ООПТ «Птичья гавань» (восточный водоём)	не обнар.	234,3	155,5	454	8,4	не обнар.
Оз. парка им. 30-летия Победы	не обнар.	356,4	888,9	1134	11	0,01
Оз. ООПТ «Птичья гавань» (западный водоём)	не обнар.	229,4	147	404	5,8	0,01
Оз. Кирпичка, тер. Авиагородка	не обнар.	317,3	186,7	364	11	0,01
*ПДК _{ХП}	100	1000	350	500	45	3,3
ПДК _{КБ}			300	100	9	0,2
ПДК _{РХ}						

Таблица 4

Химическая классификация вод Кировского АО города Омска

Расположение водоема	Класс и группа воды
Пруд района пельменной фабрики	гидрокарбонатный класс натриевая группа
Пруд района Новокировского кладбища	
Пруд СНТ «Нефтехимик»	
Озера ООПТ «Птичья гавань» (восточный и западный водоемы)	
Оз. Кирпичка, тер. Авиагородка	
Пруд района ТЦ «АТ-Маркет»	
Оз. парка им. 300-летия Омска	
Оз. парка им. 30-летия Победы	гидрокарбонатный класс кальциевая группа
Пруд пос. Солнечный	хлоридный класс натриевая группа

Примечание: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования и на основе источника [11].

В соответствии с классификацией О.А. Алекина [14] все исследуемые водоемы относятся к двум основным классам (гидрокарбонатный и хлоридный) и трем группам (табл. 4). В большинстве водоемов вода гидрокарбонатного класса; исключение составляет вода в оз. Кирпичка (относится к хлоридному классу). Данная особенность обусловлена тем, что подстилающие горные породы на территории г. Омска в основном представлены переуплотненными глинами и алевролитами, обогащенными карбонатами и гидрокарбонатами [15]. Анализ химического состава показал, что, несмотря

на близкое географическое расположение, водоемы ООПТ «Птичья гавань» и парка им. 30-летия Победы демонстрируют различия в содержании суммы ионов Na⁺K и Са. Данное обстоятельство обусловило их отнесение к различным классификационным группам.

Исследование показало, что минерализация вод в водоемах колеблется в пределах от 403,2 до 3174,9 мг/дм³. Наиболее высокая концентрация растворенных солей наблюдается в водоеме, расположенном на территории парка им. 30-летия Победы, где этот показатель достигает 3174,9 мг/дм³.

Таблица 5

Химические показатели водоемов территории Кировского АО г. Омска

Расположение водоема	pH	Сухой остаток, мг/дм ³	Окисляемость перманганатная, мгО/дм ³	Жесткость, мг-экв.	
				общая	карбонатная
Пруд района пельменной фабрики	7,23	809	10,3	14,4	3,12
Пруд района Новокировского кладбища	7,62	2167,5	19,57	33	9,12
Пруд СНТ «Нефтехимик»	7,19	472,1	3,09	8,6	2,56
Пруд пос. Солнечный	7,38	746,2	3,09	13,2	5,44
Пруд района ТЦ «АТ-Маркет»	7,81	2150,3	6,18	47	7,36
Оз. парка им. 300-летия Омска	7,16	403,2	7,21	7,4	2,24
Оз. ООПТ «Птичья гавань» (восточный водоём)	7,34	1020,8	7,21	17,8	3,84
Оз. парка им. 30-летия Победы	7,82	3174,9	18,54	38,6	5,84
Оз. ООПТ «Птичья гавань» (западный водоём)	7,64	937,5	5,15	16,2	3,76
Оз. Кирпичка, территория Авиагородка	7,63	1001,7	7,21	18,2	5,2
*ПДК _{хп}	6,8-8,3	1000-1500	5	7	
ПДК _{кб}			30	10	
ПДК _{рх}	6,5-8,5				

Примечание: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования и с использованием источников [11; 13].

Напротив, наименьшая минерализация (403,2 мг/дм³) характерна для водоема в парке им. 300-летия г. Омска. Анализ суммарного содержания солей позволяет отнести воду в водоемах, находящихся в районе пельменной фабрики, СНТ «Нефтехимик», пос. Солнечный, парка им. 300-летия Омска и оз. Кирпичка (территория Авиагородка), к категории пресных. Вода же в остальных водоемах является соленой, причем степень солености варьируется (табл. 5).

Анализ перманганатной окисляемости показал, что содержание окисляемых веществ в воде исследуемых водоемов находится в пределах от 3,09 до 19,57 мгО/дм³. Минимальные значения этого показателя, равные 3,09 мгО/дм³, наблюдаются в водоемах, расположенных в районе СНТ «Нефтехимик» и пос. Солнечный. Напротив, максимальная перманганатная окисляемость, достигающая 19,57 мгО/дм³, зафиксирована в водоеме у Новокировского кладбища. Подобный уровень окисляемости указывает на загрязнение воды легкоокисляемыми органическими веществами (например, нефтепродуктами, фенолами, пестицидами) или неорганическими соединениями (ни-

тридами, сероводородом), что ограничивает ее использование исключительно культурно-бытовыми нуждами.

Химический состав природной воды характеризуется жесткостью, которая напрямую зависит от концентрации ионов кальция (Ca²⁺) и магния (Mg²⁺). Результаты исследований выявили, что вода в водоемах, находящихся в пределах СНТ «Нефтехимик» и парка им. 300-летия Омска, обладает высокой жесткостью, а в остальных водоемах – очень высокой. Карбонатная жесткость преобладает (табл. 5).

Несмотря на то, что эти водоемы пользуются большим спросом у населения, их научное исследование остается недостаточным. Это затрудняет формирование точных выводов об их экологическом благополучии и оценку безопасности для рекреационного использования. Поэтому крайне важно наладить экологический мониторинг с расширенным набором химических анализов.

Выводы

1. Водородный показатель (pH) воды в исследуемых водоемах на территории

Кировского АО г. Омска находится в пределах 7,16...7,82, что свидетельствует о нейтральной и близкой к нейтральной реакции среды.

2. Ионный состав водоемов в соответствии с классификацией Курлова позволяет отнести водоемы к гидрокарбонатному и хлоридному классам и трем группам. Среди катионов основными являются кальций и магний, а анионов – хлорид- и сульфат-ионы.

3. Вода в водоемах жёсткая и очень жесткая (7,4...47 мг·экв.); преобладающий тип жесткости – карбонатная. Минерализация находится в пределах 403,2...3174,9 мг/дм³, что характерно для пресных и солоноватых вод различной степени солёности.

4. Перманганатная окисляемость вод (колеблется в пределах 3,09...19,57 мгО/дм³), а также присутствие значительного количества ионов аммония в большинстве водоемов (озера парковых территорий им. 300-летия Омска, им. 30-летия Победы, пруды около пельменной фабрики и Новокировского кладбища) свидетельствуют о загрязнении водоемов легко окисляемыми органическими и неорганическими веществами.

Экологическое состояние воды малых водоемов КАО Омска по физико-химическим показателям можно считать удовлетворительным. Однако необходимы исследования на содержание тяжелых металлов и мышьяка – потенциальных источников опасности для человека, флоры и фауны городских водоемов.

Список литературы

1. Макаренко Е.П. Рекреационно-экологическая оценка водных объектов (на примере Томского района) // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 375. С. 179–182. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekreatsionno-ekologicheskaya-otsenka-vodnyh-obektov-na-primere-tomskogo-rayona> (дата обращения: 25.02.2025).
2. Пузанов А.В., Безматерных Д.М., Винокуров Ю.И., Зиновьев А.Т., Кириллов В.В., Котовщиков А.В., Красноярова Б.А., Рыбкина И.Д., Дьяченко А.В. Современное состояние и экологические проблемы Обь-Иртышского бассейна // Водное хозяйство России. 2017. № 6. С. 106–118. URL: https://www.researchgate.net/publication/322077395_Current_State_and_Ecological_Problems_of_the_Ob-Irtysh_Basin (дата обращения: 11.04.2025).
3. Чистякова Н.Ф., Кочуров Б.И., Овчинникова А.В. Качество вод реки Иртыш в условиях трансграничного водопользования // Проблемы региональной экологии. 2022. № 6. С. 60–67. DOI: 10.24412/1728-323X-2022-6-60-67. EDN: OFTCOR.
4. Барсукова Н.Н., Баженова О.П., Коржова Л.В. Предварительная характеристика качества воды малых рек лесной зоны Омского Прииртышья // Принципы экологии. 2024. № 1. С. 49–60. DOI: 10.15393/j1.art.2024.14622. (дата обращения: 02.05.2025).
5. Жаркова Н.Н., Баженова О.П., Гаврильченко О.Л., Болтовская А.С. Сезонная динамика химического состава воды реки Иртыш на территории Омской области // Водные биоресурсы и среда обитания. 2024. Т. 7. № 2. С. 7–20. DOI: 10.47921/2619-1024_2024_7_2_7. EDN: AIJEKV.
6. Новикова Ю.А., Тихонова Н.А., Мясников И.О., Овчинникова Е.Л., Колчин А.С., Черкашина М.Н., Винокурова И.Г. Интегральная оценка качества питьевой воды Омской области // Гигиена и санитария. 2022. № 8. Т. 101. С. 861–865. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-8-861-865.
7. Невенчанная Н.М., Башкатова Л.Н. Характеристика химического состава вод озер и почв Камышловского лога Омской области // Агрофизика. 2021. № 2. С. 24–31.
8. Невенчанная Н.М., Башкатова Л.Н. Динамика солевого состава озер Камышловского лога Омской области и их влияние на почвенный покров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4. С. 48–54. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-solevogo-sostava-ozer-kamyshlovskogo-loga-omskoy-oblasti-i-ih-vliyanie-na-pochvennyy-pokrov> (дата обращения: 15.03.2025).
9. Невенчанная Н.М., Шаяхметов М.Р., Шойкин О.Д. Особенности химического состава воды озера Эбейты Омской области и характеристика почвенного покрова // Овощи России. 2024. № 6. С. 137–143. DOI: 10.18619/2072-9146-2024-6-137-143.
10. Королев А.Н., Данцигер А.А. Экологическая оценка современного состояния водоемов Советского Административного округа города Омска по гидрохимическим показателям // Научное обозрение. Биологические науки. 2022. № 4. С. 44–49. DOI: 10.17513/srbs.1293.
11. Королёв А.Н., Дорошев Е.М. Гидрохимические показатели малых озер территории Кировского АО города Омска // Экологические чтения – 2019, 5 июня 2019 года: материалы X Национальной научно-практической конференции (с международным участием), посвящается 25-летию Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина в статусе университета (5 июня 2019 г.). 2019. С. 164–169. ISBN: 978-5-89764-830-6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41133984> (дата обращения: 10.02.2025).
12. ГОСТ 17.1.5.04-81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 6 с.
13. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Постановление Главного государственного санитарного врача России от 28.01.2021. URL: <https://www.law.ru/npd/doc/docid/486051/modid/97> (дата обращения: 07.04.2025).
14. Алекин О.А. Основы гидрохимии: монография. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970. 446 с. URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477727> (дата обращения: 10.04.2025).
15. Мельников А.Л., Рейнгард Я.Р. Экология почв территории города Омска: монография. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 142 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19510152> (дата обращения: 07.04.2025).