

УДК 543.3:639.3. (574)

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КИРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ В 2024 ГОДУ

Днекешев Б.А., магистрант, тел.: 87072030714, bdnekeshev@mail.ru

Бисенов У.К., кандидат биологических наук, доцент,

тел.: 87027810892 bisenov@mail.ru

Жуматова Г. Г. магистр, старший преподаватель,

тел.: 87787033979 g.zhumatova@asu.edu.kz

Атырауский университет им. Х. Досмухамедова

Ключевые слова: гидрохимия, анализ воды, Кировское водохранилище, р. Ембулатовка, Западно-Казахстанская область, биогенные соединения

В статье представлена гидрохимическая оценка основной акватории Кировского водохранилища Западно-Казахстанской области за 2024 год. Проведён анализ ключевых гидрохимических параметров: рН, перманганатная окисляемость, общая жесткость, сухой остаток, электропроводность и температура воды, а также определение концентраций биогенных соединений (ионов аммония, нитратов, нитритов и орто-фосфатов), органического вещества по эквиваленту потребления кислорода и взвешенных веществ. Все результаты сопоставлены с нормативными значениями I класса качества воды для рыбохозяйственных водоёмов.

Введение. Актуальность проведения гидрохимических исследований водных объектов обусловлена необходимостью обеспечения устойчивого функционирования рыбных хозяйств и сохранения экологического баланса в условиях динамично меняющейся гидрологической обстановки. В 2024 году проведён анализ гидрохимического состояния Кировского водохранилища Западно-Казахстанской области (8 км к востоку от села Янайкино), являющегося важным объектом для регионального рыбоводства. Данный водоём, характеризующийся значительной площадью и сложной гидрологией,

представляет особый интерес ввиду влияния как естественных, так и антропогенных факторов, сказывающихся на составе и качестве водной среды.

Для оценки гидрохимического состояния проводились измерения основных показателей водной среды, включая pH, перманганатную окисляемость, общую жесткость, сухой остаток, а также концентрации биогенных соединений, таких как ионы аммония, нитраты, нитриты и фосфаты. Все анализы выполнялись в аккредитованной лаборатории с применением методик, соответствующих установленным нормативам для рыбохозяйственных водоёмов.

Результаты данного исследования позволяют не только охарактеризовать текущее состояние водоёма, но и выявить ключевые факторы, влияющие на его качество. Полученные данные будут способствовать разработке рекомендаций по оптимизации режимного управления водными ресурсами в регионе, что является важным аспектом для поддержания устойчивой работы рыбных хозяйств. Кроме того, интеграция результатов гидрохимического анализа в систему мониторинга состояния водных объектов позволит своевременно выявлять отклонения от оптимальных показателей и принимать превентивные меры, направленные на сохранение экологического равновесия и улучшение условий для биологического разнообразия водоёма.

Материал и методы исследований. Данное исследование направлено на комплексную оценку гидрохимического состояния Кировского водохранилища Западно-Казахстанской области и выполнено в два этапа: полевой (сбор проб и оперативные измерения) и лабораторно-аналитический (качественный и количественный анализ химических параметров). Кировское водохранилище открывает каскад Урало-Каспийской оросительно-обводнительной системы [4]. Согласно Списку рыбохозяйственных водоёмов местного значения ЗКО его общая площадь достигает 3000 га [5]. При этом фактически эксплуатируемая акватория, закреплённая за рыбохозяйственным устройством ТОО «Фирма-Актилек», составляет 756 га.

Для оценки пространственной однородности водной массы отбор проб осуществлялся в центральной части акватории (Рис. 1). Отбор

проб осуществлялся в августе 2024 г. (после максимального паводкового притока). В точке отбирали пробы на глубинах 0,5 м и 2,0 м с помощью погружного аквадиспенсера. Объём каждой пробы составлял 1 л; воду собирали в полипропиленовые флаконы, предварительно промытые дистиллированной водой и прокалённые при 450 °С. После отбора пробы хранили при +4 °С и анализировали не позднее чем через 24 ч., было отобрано 4 пробы в ходе одной кампании сбора данных.

Параметры, чувствительные к быстрому изменению, регистрировали непосредственно в точках отбора:

- Температура воды измерялась цифровым термометром с погрешностью $\pm 0,1$ °С.

- pH определяли портативным прибором Milwaukee MW801 PRO (диапазон 0-14 ед., точность $\pm 0,01$ pH).

- Растворённый кислород (O_2) определялся с помощью Milwaukee MW600 PRO (диапазон 0-20 mg/L, точность $\pm 0,2$ mg/L) в режиме мг O_2 /л и % насыщения, с автоматической компенсацией по температуре.

- Турбидность (в качестве индикатора взвешенных веществ) измерялась турбидиметром Milwaukee MA887 (диапазон 0-1000 NTU, точность ± 2 %) также с учётом компенсации по температуре.

- Электропроводность измерялась на том же приборе Milwaukee MW801 PRO (диапазон 0-1999 $\mu S/cm$, точность ± 2 %), оснащённом встроенным термодатчиком для автоматической температурной компенсации.

Лабораторно-аналитический этап включал определение следующих параметров в соответствии с международными (ISO), межгосударственными (GOST) и национальными (СТ РК ISO) стандартами:

Органическое вещество оценивали по эквиваленту потребления O_2 с использованием методики ХПК_{perm}, что позволяет косвенно судить о концентрации трудноокисляемых органических соединений.

Биогенные соединения (ион аммония NH_4^+ , нитраты NO_3^- , нитриты NO_2^- , орто-фосфаты PO_4^{3-}) анализировали спектрофотометрическим методом:

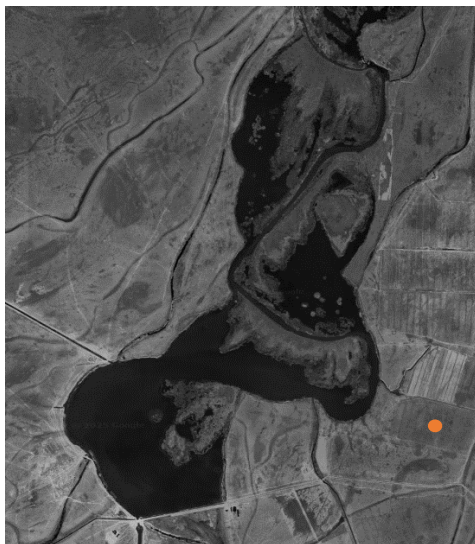
NH_4^+ - по СТ РК ISO 5664-2008 (ISO 5664:1984);

NO_3^- - по СТ РК ISO 7890-3-2017 (ISO 7890-3:1988);

NO_2^- - по ISO 13395:1996;

PO_4^{3-} - по СТ РК ISO 6878-2011 (ISO 6878:2004).

Минерализация (сухой остаток) определялась выпариванием в фарфоровых тиглях при $150 \pm 2^\circ\text{C}$ до постоянной массы (ГОСТ 18164-72).



- точка гидрохимического отбора проб

Рисунок - Схема Кировского водохранилища

Каждый анализ проводился в тройной повторности; в каждом случае вычисляли среднее значение. Полученные средние значения сопоставляли с нормативами ПДК I класса качества воды в соответствии с «Единой системой классификации качества воды в водных объектах».

Для параметров без установленного ПДК (органическое вещество) проводили сравнительный анализ с результатами ХПК_{perm}.

Результаты исследований. Согласно результатам гидрохимического анализа (таблица), основная акватория Кировского водохранилища относится к гидрокарбонатно-кальциевому типу вод при умеренной минерализации (467 мг/л при норме ≤ 1000 мг/л) и преобладании ионов HCO_3^- и Ca^{2+} [1]. Повышенная электропроводность

(580 $\mu\text{S}/\text{cm}$ при фоновой 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$) отражает наличие растворённых солей, характерных для гидрокарбонатного класса, в то время как сульфатно-кальциевые воды (обычно с минерализацией 500-1500 мг/л) в регионе встречаются крайне редко. Эти данные свидетельствуют о стабильном минералогическом комплексе, в котором доминируют HCO_3^- и Ca^{2+} , обеспечивающие буферные свойства воды и её пригодность для рыбохозяйственных нужд.

Значение pH (8,12) целиком соответствует нормативу I класса (6,5–8,5), что подтверждает сохранность бикарбонатного буферного режима водоёма. Измерения растворённого кислорода дали два результата - 7,3 и 5,6 мг/л: среднее значение (6,45 мг/л) превышает требование (≥ 6 мг/л), однако локальные минимумы показывают возможность кратковременных дефицитов в утренние часы или в глубинных зонах.

Анализ биогенных соединений продемонстрировал низкие концентрации основных азот- и фосфорсодержащих компонентов. Ион аммония в пробах не обнаружен (норма $\leq 0,5$ мг/л), что свидетельствует о полном завершении процессов нитрификации и отсутствии острых органических выбросов.

Для поддержания оптимального кислородного режима рекомендуется регулярный мониторинг органических веществ и, при необходимости, использование аэрационных мероприятий в периоды наивысшей нагрузки органикой.

Концентрации нитрат-N (0,013 мг/л) и нитрит-N (0,055 мг/л) находятся далеко ниже нормативов (≤ 40 мг/л и $\leq 0,1$ мг/л соответственно). Орто-фосфаты (0,06 мг/л при норме $\leq 0,2$ мг/л) также удерживаются на низком уровне, что снижает риск эвтрофикации и избыточного цветения фитопланктона.

Органическое вещество по эквиваленту потребления кислорода составило 4,1 мг $\text{O}_2/\text{л}$. Поскольку прямой ПДК для этого показателя не установлен, его величина сопоставлена с перманганатной окисляемостью, что позволяет отнести нагрузку органикой к умеренному уровню. Взвешенные вещества (0,63 мг/л при допустимом превышении фонового уровня на + 0,25 мг/л) отражают присутствие естественных коллоидных ила и незначительное антропогенное влияние, не превышающее нормативных требований.

Таблица - Гидрохимические показатели воды в основной акватории Кировского водохранилища, 2024 г

Показатели		Среднее значение	Норматив (ПДК)
pH		8,12	6,5-8,5
Растворённый O ₂ , мг/л		7,3/5,6	≥6
Биогенные соединения, мг/л	NH ₄ ⁺	не обн.	≤0,5
	NO ₃ ⁻	0,013	≤40,0
	NO ₂ ⁻	0,055	0,1
	PO ₄ ⁻	0,06	0,2
Органическое вещество, мг экв. O ₂ /л		4,1	ПДК не определён
Минерализация воды, мг/л		467,0	≤1000
Температура воды (°C)		21,5	Летом 20-28°C
Электропроводность (µS/cm)		580	50
Взвешенные вещества		0,63	С _{фон.} + 0,25
<i>Примечание: дробное обозначение концентрации растворённого кислорода: верхнее значение соответствует поверхности воды, нижнее - придонному слою.</i>			

Температура воды в момент исследования составила 21,5 °C, что находится в пределах летнего диапазона 20-28 °C и способствует активному газообмену и биохимическим процессам.

Заключение. Проведённый в 2024 году комплексный анализ гидрохимических показателей основной акватории Кировского водохранилища позволяет сделать обоснованные выводы о текущем состоянии водной среды. По результатам полевых и лабораторных измерений установлено, что ключевые параметры - pH (8,12), растворённый кислород (7,3/5,6 мг/л), концентрации нитратов, нитритов, ортофосфатов и аммония, а также уровень минерализации (467 мг/л), электропроводности (580 µS/cm), органического вещества (4,1 мг экв. O₂/л) и взвешенных веществ (0,63 мг/л) - находятся в пределах нормативов, установленных для вод I класса качества [3].

Единичные понижения кислорода до 5,6 мг/л не носят системного характера и, скорее всего, обусловлены локальными условиями (время суток, температурная стратификация). Превышений по биогенным соединениям и органике не зафиксировано. Общая экологическая картина характеризуется стабильностью, низкой трофностью и отсутствием выраженного антропогенного загрязнения [2]. Это позволяет считать водоём пригодным для всех видов водопользования, включая рыбохозяйственное, без необходимости в корректирующих или мелиоративных мероприятиях.

Дополнительно, классификация по Единой системе подтверждает соответствие состояния воды I классу - «очень хорошее качество», с возможностью дальнейшего использования водоёма в целях аквакультуры и рекреации [3]. Рекомендуется регулярное сезонное наблюдение за динамикой кислородного режима, а также включение параметров взвешенных веществ и органического углерода в систему экологического мониторинга. Это обеспечит своевременное выявление возможных изменений и сохранение благоприятного состояния водной экосистемы.

Библиографический список:

1. Алекин, О.А. Основы гидрохимии: учеб. пособие для гидрометеорол. ин-тов и гос. ун-тов. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 444 с.
2. Никаноров, А.М. Гидрохимия: учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Гидрометеиздат, 2001. - 444 с. - С. 353–360.
3. Об утверждении единой классификации качества воды в водных объектах. Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151.
4. Бассейн Урала: история, география, экология. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 312 с.
5. О внесении изменений в постановление акимата ЗКО от 22.12.2014 г. № 325 «Об утверждении перечня рыбохозяйственных водоёмов местного значения»: постановление акимата ЗКО от 16.06.2017 г. № 176.

HYDROCHEMICAL ASSESSMENT OF THE CONDITION OF THE KIROV RESERVOIR IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION IN 2024

Dnekeshv B.A., Bisenov U.K., Zhumatova G.G.

Keywords: *hydrochemistry, water analysis, Kirov Reservoir, Embulatovka River, West Kazakhstan Region, biogenic compounds*

This paper presents a hydrochemical assessment of the main water area of the Kirov Reservoir in the West Kazakhstan Region for the year 2024. A comprehensive analysis was carried out of key hydrochemical parameters: pH, permanganate oxidation (COD_{perm}), total hardness, dry residue, electrical conductivity, and water temperature. Concentrations of biogenic compounds (ammonium, nitrate, nitrite, and orthophosphate ions), organic matter evaluated via permanganate oxygen demand, and suspended solids were also determined. All results were compared against the Class I water quality standards established for fishery water bodies.