

Оригинальная статья / Original article

УДК 619:556.114:504.45

DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-10



# Экологический мониторинг и анализ современного состояния водных ресурсов предгорной части Дагестана, используемых для орошения пастбищ и водопоя сельскохозяйственных животных

Джавгарат М. Рамазанова<sup>1</sup>, Шахрудин А. Гунашев<sup>1</sup>, Миясат А. Каспарова<sup>1</sup>,  
Умалат М. Сайпуллаев<sup>1</sup>, Мадина Г. Даудова<sup>2</sup>, Сайпула М. Абдулмаджидов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД»,  
Махачкала, Россия

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

## Контактное лицо

Джавгарат М. Рамазанова, старший научный сотрудник лаборатории ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД»; 367000 Россия, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 88.  
Тел. +79637904590  
Email [ramazanovadm@mail.ru](mailto:ramazanovadm@mail.ru)  
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4928-1635>

## Формат цитирования

Рамазанова Д.М., Гунашев Ш.А., Каспарова М.А., Сайпуллаев У.М., Даудова М.Г., Абдулмаджидов С.М. Экологический мониторинг и анализ современного состояния водных ресурсов предгорной части Дагестана, используемых для орошения пастбищ и водопоя сельскохозяйственных животных // Юг России: экология, развитие. 2025. Т.20, N 4. С. 108-115.  
DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-10

Получена 2 октября 2025 г.

Прошла рецензирование 18 октября 2025 г.

Принята 29 октября 2025 г.

## Резюме

Цель: комплексно оценить гидрохимическое состояние водных объектов Буйнакского района Республики Дагестан, используемых для орошения пастбищ и водопоя сельскохозяйственных животных. Пробы воды, отобранные в характерных точках каждого объекта, гидрохимические показатели определяли стандартными методами. Ионный состав  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  анализировали методом капиллярного электрофореза; общую жесткость – титриметрически по суммарному содержанию  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ; ХПК и БПК<sub>5</sub> – фотометрически; pH – pH-метром. Во всех объектах выявлены превышения по ряду показателей. Наиболее выражены концентрации биогенных элементов (аммоний, фосфаты) и показатели минерализации, особенно для р. Шура-Озень и оз. Буглен-2, что указывает на прогрессирование эвтрофикации и высокую антропогенную нагрузку. Для канала Капчугай выявлена внутриканальная динамика соединений азота, согласующаяся с процессами самоочищения. Новизна – сравнительный анализ химического состава 3 водных объектов региона по данным 2024–2025 гг. и выявление факторов антропогенного воздействия. Данные подтверждают необходимость регулярного экологического мониторинга и внедрения природоохранных мер для стабилизации состояния водных экосистем предгорной зоны Дагестана.

## Ключевые слова

Природная вода, гидрохимические показатели, ПДК, загрязнение, мониторинг, жесткость воды, эвтрофикация.

# Environmental monitoring and analysis of the current state of water resources of the foothills of Dagestan used to irrigate pastures and watering of agricultural animals

Dzhavgarat M. Ramazanova<sup>1</sup>, Shakhruddin A. Gunashev<sup>1</sup>, Miyasat A. Kasparova<sup>1</sup>, Umalat M. Saipullaev<sup>1</sup>, Madina G. Daudova<sup>2</sup> and Saipula M. Abdulmadzhidov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Caspian Zonal Research Veterinary Institute, Branch of FANC RD, Makhachkala, Russia

<sup>2</sup>Dagestan State University, Makhachkala, Russia

## Principal contact

Dzhavgarat M. Ramazanova, Senior Researcher, Laboratory of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology, Caspian Zonal Research Veterinary Institute, Branch of FANC RD; 88 Dakhadaeva St, Makhachkala, Russia 367000.

Tel. +79637904590

Email [ramazanovadm@mail.ru](mailto:ramazanovadm@mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4928-1635>

## How to cite this article

Ramazanova D.M., Gunashev Sh.A., Kasparova M.A., Saipullaev U.M., Daudova M.G., Abdulmadzhidov S.M. Environmental monitoring and analysis of the current state of water resources of the foothills of Dagestan used to irrigate pastures and watering of agricultural animals. *South of Russia: ecology, development*. 2025; 20(4):108-115. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-10

Received 2 October 2025

Revised 18 October 2025

Accepted 29 October 2025

## Abstract

The objective was to provide a comprehensive assessment of the hydrochemical status of water bodies in the Buynaksky District of the Republic of Dagestan, Russia, used for pasture irrigation and for watering farm animals.

Water samples were collected at representative points of each site; hydrochemical parameters were determined using standard methods. The ionic composition of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  was analysed by capillary electrophoresis; total hardness was measured titrimetrically based on the combined  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  content; COD and BOD<sub>5</sub> were determined photometrically; and pH was measured using a pH meter.

Exceedances of permissible levels were recorded for several parameters at all sites. The most pronounced were concentrations of nutrients (ammonium and phosphates) and mineralisation indicators, especially in the Shura-Ozen River and Buglen-2 Lake, indicating progressing eutrophication and a high anthropogenic load. For the Kapchugay Canal, intra-channel dynamics of nitrogen compounds were identified, consistent with self-purification processes. Novelty lies in the comparative analysis of the chemical composition of 3 regional water bodies based on 2024–2025 data and in identifying anthropogenic factors shaping current environmental risks.

The findings confirm the need for regular environmental monitoring and the implementation of conservation measures to stabilise aquatic ecosystems in the foothill zone of Dagestan.

## Key Words

Natural water, hydrochemical indicators, MPC, pollution, monitoring, water hardness, eutrophication.

## ВВЕДЕНИЕ

Вода – ключевой природный ресурс, без которого невозможны устойчивое функционирование экосистем, здоровье населения и продуктивность животноводства. При этом загрязнение водных объектов остается одной из самых острых экологических проблем – промышленные сбросы, сельскохозяйственные стоки и бытовые отходы, поступая в реки и озера, ухудшают качество воды и провоцируют деградацию водных биоценозов [1; 2]. Особую опасность представляют тяжелые металлы и пестициды, так как они способны накапливаться в организмах, формируя хронические эффекты и повышая риски для животных и человека [3; 4]. Снижение экологического ущерба требует сочетания технических решений (очистка стоков), организационных мер и рационального водопользования в агросекторе и коммунальном хозяйстве. В последние десятилетия антропогенная деятельность стала ведущим фактором изменений природной среды, в том числе ее гидрогеологической составляющей. Для Республики Дагестан это выражается, прежде всего, в трансформации гидродинамических и гидрохимических характеристик подземных вод. Несмотря на наличие запасов пресных подземных вод, сохраняются проблемы их загрязнения биологически опасными веществами, нерационального водопользования, а также риска поступления высокоминерализованных вод из глубоких горизонтов, нередко содержащих токсичные элементы [5]. Гидрохимический анализ – один из базовых инструментов оценки состояния водных объектов, позволяющий количественно описывать состав воды и своевременно фиксировать отклонения от нормативов [6; 7]. Важными показателями являются общая жесткость (как отражение содержания солей Ca и Mg) и кислотность (pH), влияющие на физиологическое состояние гидробионтов и пригодность воды для хозяйственного использования [4; 8–12].

Республика Дагестан отличается большим числом малых рек и озер, испытывающих значительную антропогенную нагрузку. Для водоемов, используемых при орошении пастбищ и водопое сельскохозяйственных животных, мониторинг гидрохимических параметров приобретает практическое значение, позволяя выявлять источники загрязнения и обосновывать природоохранные мероприятия [13]. Настоящая работа посвящена сравнительному анализу химического состава воды трех водных объектов Буйнакского района – р. Шура-Озень, оз. Буглен-2 и ирригационного канала Капчугай – по данным 2024 и 2025 гг.

Цель исследования – комплексная оценка качества воды по гидрохимическим показателям с использованием нормативов для водоемов рыбохозяйственного значения и выявление факторов, определяющих текущее состояние водных экосистем.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор, транспортировку и подготовку проб выполняли в 2024–2025 гг. по общепринятым методикам. Исследования по содержанию тяжелых металлов, перманганатной и бихроматной окисляемости, минерализации и другим показателям проводили в специализированных лабораториях Кропоткинской краевой ветеринарной лаборатории и Дагестанского

государственного университета. Пробы воды отбирали в следующих пунктах: среднее течение р. Шура-Озень, оз. Буглен-2, а также канал Капчугай (левый берег, начало и конец канала). Поскольку указанные водные объекты используются для орошения и водопоя, их гидрохимическое состояние имеет важное хозяйственное значение. Оценку качества воды проводили по показателям pH, ХПК, БПК<sub>5</sub>, общей жесткости, сухому остатку и концентрациям основных ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Определение катионов и анионов выполняли методом капиллярного электрофореза (КЭФ), общую жесткость – титриметрически, ХПК и БПК<sub>5</sub> – фотометрически, pH – с использованием pH-метра. Полученные результаты сопоставляли с ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения, установленными действующими нормативными документами РФ. Для ключевых показателей использовали следующие значения ПДК (мг/л):  $\text{NH}_4^+$  – 0,5;  $\text{NO}_2^-$  – 0,08;  $\text{NO}_3^-$  – 40;  $\text{PO}_4^{3-}$  – 0,2;  $\text{SO}_4^{2-}$  – 100;  $\text{Cl}^-$  – 300; сухой остаток – 1000; БПК<sub>5</sub> – 3; ХПК – 30; pH – 6,0–9,0; общая жесткость – 7–10 мг-экв/л (рекомендуемый диапазон для рыбохозяйственных водоемов).

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гидрохимический анализ показал, что качество воды во всех трех водоемах по ряду параметров не соответствует нормативам (табл. 1). Наиболее существенные превышения отмечены по соединениям биогенной группы (аммоний и фосфаты), а также по показателям минерализации (сульфаты, сухой остаток). Максимальные значения фосфатов достигали 43,9 мг/л в р. Шура-Озень (2025 г.), что соответствует 219,5-кратному превышению ПДК, а аммония – 23,9 мг/л (47,8 ПДК), что свидетельствует о выраженных предпосылках эвтрофикации.

По химическому составу воды исследованные объекты относятся к различным гидрохимическим типам. На рис. 1 представлено распределение основных ионов в воде р. Шура-Озень, оз. Буглен-2 и канала Капчугай, выраженное в массовых процентах от суммы основных солей. Для р. Шура-Озень характерна гидрокарбонатно-сульфатная вода кальциево-натриевого состава – значительная доля суммарной минерализации приходится на гидрокарбонаты и сульфаты при заметном вкладе ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ .

В воде оз. Буглен-2 доминируют сульфаты (до 58 % от суммы растворенных солей) и кальций, что соответствует минерализованному сульфатно-кальциевому типу воды. Вода канала Капчугай характеризуется сопоставимыми долями сульфатов и гидрокарбонатов при повышенных концентрациях  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Высокая суммарная минерализация оз. Буглен-2 и канала Капчугай подтверждается значениями сухого остатка. В озере Буглен-2 сухой остаток составляет 3087–3550 мг/л, что превышает допустимый уровень для рыбохозяйственных водоемов (1000 мг/л) примерно в 3,5 раза (рис. 2).

Для канала Капчугай сухой остаток составляет 1050 мг/л (выше ПДК), тогда как для р. Шура-Озень – 999 мг/л (на уровне нормативного значения). Таким образом, оз. Буглен-2 относится к минерализованным (солончатым) водоемам, канал Капчугай – к водам умеренной минерализации, а р. Шура-Озень – к пресным. Повышенная минерализация озера, вероятно,

обусловлена сочетанием геохимических особенностей (выщелачивание солей) и отсутствия выраженного стока при интенсивном испарении, что приводит к накоплению растворенных веществ. Высокие концентрации сульфатов (до 1,9 г/л) и значительные значения общей жесткости (до 40 мг-экв/л) подтверждают высокую насыщенность минеральными компонентами. Жесткость воды р. Шура-Озень составила 9,8–13,2 мг-экв/л, а в канале Капчугай – 9,4–25,3 мг-экв/л. Избыточная жесткость может неблагоприятно отражаться на пресноводных

организмах, затрудняя осморегуляцию и усиливая физиологический стресс в чувствительные периоды (нерест, развитие молоди), особенно у видов, не адаптированных к повышенной минерализации.

Показатели БПК<sub>5</sub> и ХПК характеризуют степень органического загрязнения и потенциальный риск дефицита растворенного кислорода. Во всех водоемах отмечены повышенные значения БПК<sub>5</sub>: для р. Шура-Озень – 6,3 мг/л (2,1 ПДК), для оз. Буглен-2 – 5,78 мг/л, а для канала Капчугай – до 5,47 мг/л (рис. 3).

**Таблица 1.** Показатели гидрохимического анализа проб воды в водных объектах Буйнакского района  
**Table 1.** Indicators of hydrochemical analysis of water samples in water bodies of the Buinaksk region

Показатель Indicator	Шура-Озень, 2024 Shura-Ozen, 2024	Шура-Озень, 2025 Shura-Ozen, 2025	Буглен-2, 2024 Buglen-2, 2024	Буглен-2, 2025 Buglen-2, 2025	Капчугай (левый берег), 2025 Kapchugay (left bank), 2025	Капчугай, 2024 Kapchugay, 2024	Капчугай, 2025 Kapchugay, 2025	ПДК, мг/л MAC, mg/l
pH	7,20	6,97	7,80	6,82	7,02	7,04	7,20	6,0-9,0
Плотность, г/см <sup>3</sup> Density, g/cm <sup>3</sup>	1,000	1,002	1,003	1,003	1,002	1,001	1,001	-
ХПК, мг/л COD, mg/l	58*	-	104*	-	-	-	-	30
БПК <sub>5</sub> , мг/л BOD <sub>5</sub> , mg/l	4,4*	6,3*	3,0	5,78*	4,66*	5,47*	3,11*	3
Жесткость, мг-экв/л Hardness, mg-eq/l	13,2	9,8	40	35	25,3	9,4	11,6	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/l	-	23,9*	-	-	12,3*	12,6*	0,86*	0,5
Na <sup>+</sup> , мг/л Na <sup>+</sup> , mg/l	83,7	115	209	193	198	109	93,0	-
K <sup>+</sup> , мг/л K <sup>+</sup> , mg/l	10,1	47,7	3,9	-	19,9	15,1	15,5	-
Mg <sup>2+</sup> , мг/л Mg <sup>2+</sup> , mg/l	43,1	55,2	195	182	128	39	49,9	-
Ca <sup>2+</sup> , мг/л Ca <sup>2+</sup> , mg/l	193	10,4	474	396	295	124	150	-
Cl <sup>-</sup> , мг/л Cl <sup>-</sup> , mg/l	44,5	45,5	28,4	88,1	67,0	56,7	65,7	300
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l	485	488	500	207	250	451	369	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l	379*	263*	1920*	1807*	1318*	269*	362*	100
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg/l	-	-	-	-	-	-	-	0,08
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l	-	36,2	-	-	-	35,5	41,2*	40
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg/l	3,2*	43,9*	6,2*	-	-	-	-	0,2
Сухой остаток, мг/л Total dissolved solids, mg/l	999	-	3087*	3550*	-	1050*	1050*	1000

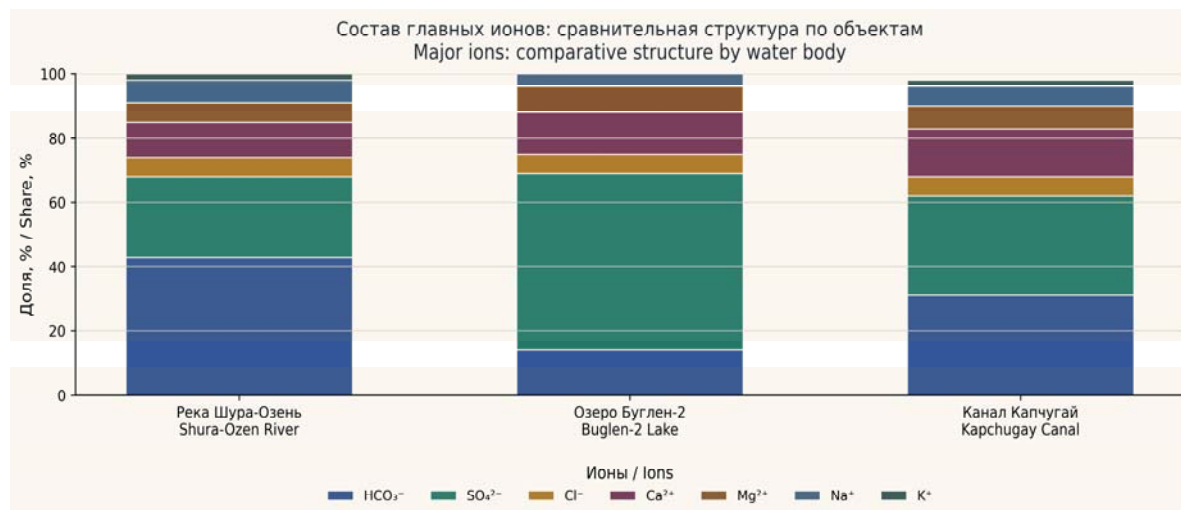
Примечание: Превышения ПДК отмечены звездочкой (\*)  
Note: Exceedances of maximum allowable concentrations (MAC) are marked with an asterisk (\*)

Повышение БПК<sub>5</sub> согласуется со значениями ХПК<sub>Cr</sub>: в 2024 г. для оз. Буглен-2 ХПК составил 104 мг/л (3,5 ПДК), для р. Шура-Озень – 58 мг/л (1,9 ПДК), тогда как в пробах канала Капчугай ХПК находился в пределах

нормы. Такой профиль характерен для поступления органических веществ со стоками – как коммунальными, так и сельскохозяйственными (навоз, растительные остатки). Разложение органики

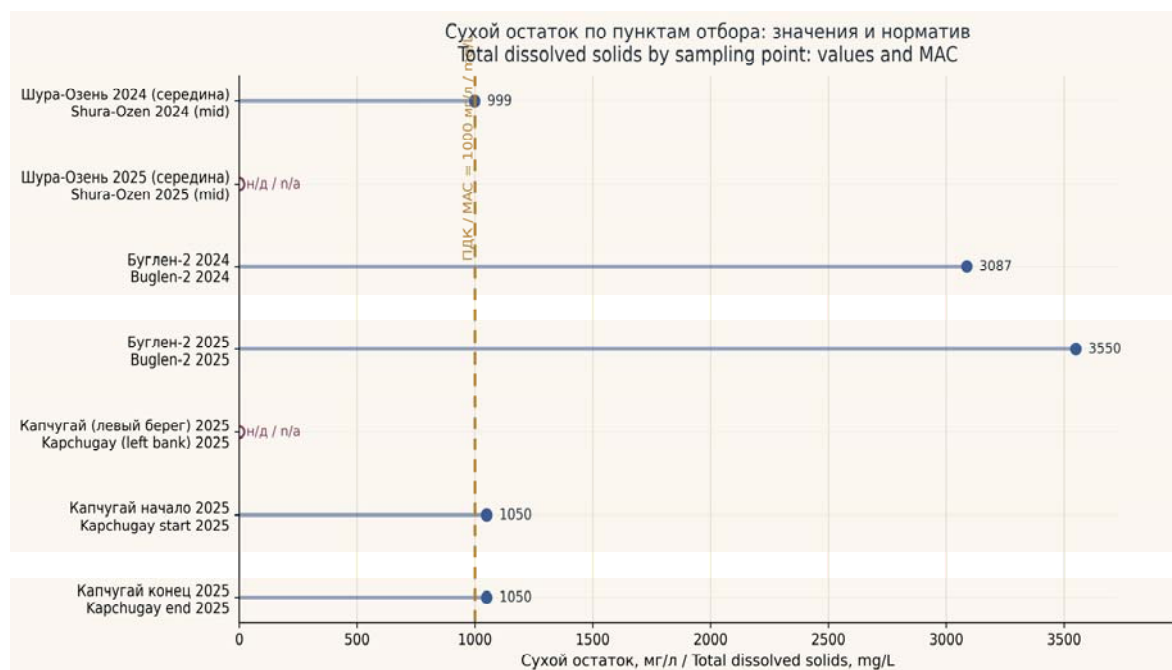
сопровождается потреблением кислорода, что повышает риск гипоксии, особенно в ночные часы и в придонных слоях. Для многих видов рыб стрессовые реакции начинаются при содержании  $O_2$  ниже 4–5 мг/л. Вероятными источниками органического загрязнения в бассейне р. Шура-Озень могут быть населенные пункты при недостаточной очистке стоков. Для оз. Буглен-2 дополнительными факторами могут выступать выпас

скота и несанкционированное размещение органических отходов в прибрежной зоне. Наиболее выраженное биогенное загрязнение выявлено в воде р. Шура-Озень. В 2025 г. концентрация аммонийного азота достигла 23,9 мг/л (47,8 ПДК), а фосфатов – 43,9 мг/л (около 219 ПДК), что создает условия для ускоренной эвтрофикации (рис. 4).



**Рисунок 1.** Распределение основных катионов и анионов в водных объектах Буйнакского района Республики Дагестан

**Figure 1.** Distribution of the main cations and anions in water bodies of the Buynaksk region of the Republic of Dagestan



**Рисунок 2.** Сравнение значений сухого остатка воды в разных точках и годах с предельно допустимой концентрацией (ПДК)

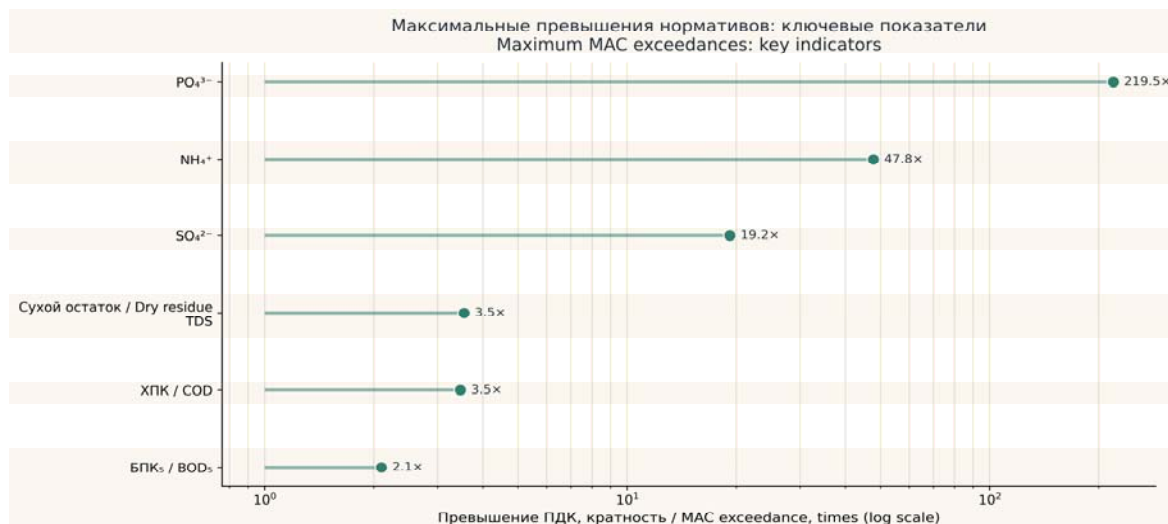
**Figure 2.** Comparison of total dissolved solids at different sites and years with the maximum permissible concentration (MPC)

В 2024 г. концентрация фосфатов в р. Шура-Озень составила 3,2 мг/л (16 ПДК), а в оз. Буглен-2 – 6,2 мг/л (31 ПДК). В пробах воды из канала Капчугай фосфаты были ниже предела обнаружения, что указывает на крайне низкое содержание данного компонента в анализируемых точках.

Избыток соединений азота и фосфора обычно связан с точечным поступлением загрязнений – сельскохозяйственными стоками или неочищенными коммунальными стоками. Повышенные концентрации биогенов стимулируют рост водорослей, вызывая помутнение, неприятный запах и ночное падение кислорода вследствие дыхания фитопланктона, и

минерализации органики, что может приводить к заморам рыбы и деградации экосистемы. В канале Капчугай прослеживается трансформация форм азота по мере течения концентрация аммония снижалась с 12–13 до 0,86 мг/л, а концентрация нитратов возрастала с 35,5 до 41,2 мг/л. Такая динамика соответствует биологическому самоочищению. При этом близкие к предельным значения нитратов в конце канала требуют внимания, хотя они токсикологически менее опасны для рыб, чем высокие концентрации аммония,

особенно при повышенном pH, когда возрастает доля токсичной формы  $\text{NH}_3$ . Сопоставление трех водоемов показывает, что наиболее неблагоприятные показатели характерны для оз. Буглен-2 (высокая минерализация, сульфаты, органическое загрязнение). Для р. Шура-Озень ведущей проблемой является биогенное загрязнение, а для канала Капчугай – сочетание повышенной минерализации и органической нагрузки при изменении состава по течению.



**Рисунок 3.** Содержание ключевых загрязнителей в воде в процентах от ПДК в водных объектах Буйнакского района  
**Figure 3.** Content of key pollutants in water as a percentage of MAC in water bodies of the Buynaksk region



**Рисунок 4.** Кратность превышения предельно допустимых концентраций основных загрязняющих веществ в воде исследуемых водоемов

**Figure 4.** Ratio of exceeding the maximum permissible concentrations of the main pollutants in the water of the studied reservoirs

В целом ни один из исследованных водных объектов не соответствует полностью нормативам для рыбохозяйственных вод и требованиям к воде, используемой для водопоя животных, поскольку в каждом случае выявлены превышения по нескольким показателям. Это отражает совокупное влияние хозяйственной деятельности (скотоводство, земледелие, коммунальные стоки), особенно заметное

для замкнутых и слабопроточных систем, где загрязняющие вещества склонны к аккумуляции.

### ВЫВОДЫ

Качество воды в изученных водоемах не соответствует рыбохозяйственным стандартам и не может рассматриваться как пригодное для водопоя животных. Во всех трех водных объектах установлены превышения ПДК по ряду ключевых показателей. Для оз. Буглен-2



зафиксирована максимальная минерализация (сухой остаток до 3550 мг/л; сульфаты до 1920 мг/л), тогда как для р. Шура-Озень характерны экстремальные концентрации биогенных элементов ( $\text{PO}_4^{3-}$  до 43,9 мг/л и  $\text{NH}_4^+$  до 23,9 мг/л), превышающие нормативы в десятки и сотни раз.

Полученные результаты формируют основу для научно обоснованного сопровождения решений в области охраны и рационального использования водных ресурсов Республики Дагестан. Перспективным направлением дальнейших исследований является расширение мониторинга за счет гидробиологических и токсикологических показателей, что позволит глубже оценить влияние загрязнений на биоту и обосновать комплексные программы сохранения устойчивости водных экосистем.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Раджабова Р.Т., Ахмедова Л.Ш. Оценка природно-антропогенного воздействия на эко- и геосистемы зоны водохранилища Ирганаской ГЭС по данным дистанционного зондирования // Юг России: экология, развитие. 2024. Т. 19. N 3. С. 193–203. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2024-3-19>
2. Тулепбергенова А.Р., Ершова Т.С., Куанова А.С., Литвинова Н.В., Чаплыгин В.А., Зайцев В.Ф. Содержание тяжелых металлов в некоторых видах растений дельты Волги // Астраханский вестник экологического образования. 2023. Т. 22. N 5 (77). С. 116–119. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2023-5-116-119>
3. Идзиев Г.И., Ахмедова Л.Ш., Атаев З.В., Бекшокова П.М. Новая региональная промышленная политика и проблемы экологии // Юг России: экология, развитие. 2023. N 3. С. 161–169. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-3-161-169>
4. Islam A., Hoque M.M., Ghosh S., et al. Hydro-chemical characterization and irrigation suitability assessment of a tropical decaying river in India // Scientific Reports. 2024. V. 14. Article number: 20096. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70851-3>
5. Рамазанова Д.М., Анохина А.З., Судакова Н.В. Оценка современного состояния Северного Аграхана по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Рыбное хозяйство. 2023. N 3. С. 67–71. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-3-67-71>
6. Расулова М.М. Антропогенное загрязнение как фактор повышения трофического уровня малых водоемов на примере озера Ак-Гель // Известия Дагестанского гос. пед. университета. Естественные и точные науки. 2008. N 3. С. 89–95.
7. Сапожников В.В., Агатова А.И., Аржанова Н.В. и др. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. М.: ВНИРО, 2008. 202 с.
8. Magritskii D.V., Samokhin M.A., Goncharov A.V., Erina O.N., Sokolov V.V., Surkov V.V., Tereshina V.D., Mikhaylenko O.A., Semenova A.A. Features and Factors of Hydrological and Morphological Changes in the Agrakhan Bay and Their Consideration in the Context of Adaptation Measures // Water Resources. 2022. <https://doi.org/10.1134/S0097807822050098>
9. Бухтояров О.И., Несговорова Н.П., Савельев В.Г., Иванцова Г.В. Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности: учеб. пособие. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. 239 с.
10. Рамазанова Д.М., Каспарова М.А., Сайпулаев У.М. Экологическое состояние и гидрохимический анализ озера Аккель // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» гос. академия ветеринарной медицины». Витебск, 2024. С. 325–330.
11. Титова К.В., Кокрятская Н.М., Попов С.С. и др. Гидрохимическая характеристика разнотипных озер Большого Соловецкого острова // Водные ресурсы. 2024. Т. 51. N 2. С. 214–224. <https://doi.org/10.31857/S0321059624002078>
12. Shao Y., Yan B., Liu L. et al. Hydrochemical characteristics and quality evaluation of irrigation and drinking water in Bangong Co Lake Watershed, NW Tibetan Plateau // Water. 2023. V. 15. N 14. Article number: 2655. <https://doi.org/10.3390/w15142655>
13. Хажеева З.И., Плюснин А.М., Дампилова Б.В. Изменение качества воды р. Модонкуль по комбинаторному индексу загрязнения // Водные ресурсы. 2024. Т. 51. N 4. С. 485–497. <https://doi.org/10.31857/S0321059624040092>

#### REFERENCES

1. Radzhabova R.T., Akhmedova L.Sh. Assessment of natural and anthropogenic impact on eco- and geosystems in the Irganai HPP reservoir area based on remote sensing data. *South of Russia: Ecology, Development*, 2024, vol. 19, no. 3, pp. 193–203. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2024-3-19>
2. Tulepbergenova A.R., Ershova T.S., Kuanova A.S., Litvinova N.V., Chaplygin V.A., Zaitsev V.F. Heavy metal content in some plant species of the Volga Delta. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*, 2023, vol. 22, no. 5(77), pp. 116–119. (In Russian) <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2023-5-116-119>
3. Idziev G.I., Akhmedova L.Sh., Ataev Z.V., Bekshokova P.M. New regional industrial policy and environmental problems. *South of Russia: Ecology, Development*, 2023, no. 3, pp. 161–169. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-3-161-169>
4. Islam A., Hoque M.M., Ghosh S., et al. Hydro-chemical characterization and irrigation suitability assessment of a tropical decaying river in India. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, article number: 20096. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70851-3>
5. Ramazanov D.M., Anokhina A.Z., Sudakova N.V. Assessment of the current state of Northern Agrakhan based on hydrochemical and hydrobiological indicators. *Fisheries*, 2023, no. 3, pp. 67–71. (In Russian) <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-3-67-71>
6. Rasulova M.M. Anthropogenic pollution as a factor of increasing the trophic level of small water bodies: the case of Lake Ak-Gel. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki* [Proceedings of Dagestan State Pedagogical University. Natural and Exact Sciences]. 2008, no. 3, pp. 89–95. (In Russian)
7. Sapozhnikov V.V., Agatova A.I., Arzhanova N.V., et al. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu morskikh i presnykh vod pri ekologicheskoy monitoringe rybokhozyaystvennykh vodoemov i perspektivnykh dlya promysla raionov Mirovogo okeana* [Guidelines for chemical analysis of marine and freshwater during environmental monitoring of fishery water bodies and promising fishing areas of the World Ocean]. Moscow, VNIRO Publ., 2008, 202 p. (In Russian)
8. Magritskii D.V., Samokhin M.A., Goncharov A.V., Erina O.N., Sokolov V.V., Surkov V.V., Tereshina V.D., Mikhaylenko O.A., Semenova A.A. Features and factors of hydrological and morphological changes in the Agrakhan Bay and their consideration in the context of adaptation measures. *Water Resources*, 2022. <https://doi.org/10.1134/S0097807822050098>
9. Bukhtoyarov O.I., Nesgovorova N.P., Savelyev V.G., Ivantsova G.V. *Metody ekologicheskogo monitoringa kachestva sred zhizni i otsenki ikh ekologicheskoy bezopasnosti* [Methods of environmental monitoring of environmental quality and assessment of its ecological safety]. Kurgan, Kurgan State University Publ., 2015, 239 p. (In Russian)
10. Ramazanov D.M., Kasparova M.A., Saipulaev U.M. *Ekologicheskoe sostoyaniye i gidrokhimicheskii analiz ozera Akkyol'* [Ecological status and hydrochemical analysis of Lake Akkyol']. In: *Aktual'nye problemy lecheniya i profilaktiki boleznei molodnyaka: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena 'Znak Pocheta' gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny"* [Current problems of treatment and prevention of diseases in young animals: Proc. Int. Sci.-Pract. Conf. dedicated to the 100th anniversary of the Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine]. Vitebsk, 2024, pp. 325–330. (In Russian)
11. Titova K.V., Kokryatskaya N.M., Popov S.S., et al. Hydrochemical characteristics of lakes of different types on the Bolshoy Solovetsky Island. *Water Resources*, 2024, vol. 51, no. 2, pp. 214–224. (In Russian) <https://doi.org/10.31857/S0321059624020078>

12. Shao Y., Yan B., Liu L., et al. Hydrochemical characteristics and quality evaluation of irrigation and drinking water in Bangong Co Lake Watershed, NW Tibetan Plateau. *Water*, 2023, vol. 15, no. 14, article number: 2655. <https://doi.org/10.3390/w15142655>

13. Khazheeva Z.I., Plyusnin A.M., Dampilova B.V. Changes in the water quality of the Modonkul River using a combinatorial pollution index. *Water Resources*, 2024, vol. 51, no. 4, pp. 485–497. (In Russian) <https://doi.org/10.31857/S0321059624040092>

#### КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Джавгарат М. Рамазанова, Шахрудин А. Гунашев, Миясат А. Каспарова, Мадина Г. Даудова проанализировали данные, интерпретировали результаты, подготовили текст рукописи. Умалат М. Сайпуллаев, Сайпула М. Абдулмаджидов отобрали пробы, подготовили исходные материалы и провели лабораторные исследования. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Dzhavgarat M. Ramazanova, Shakhrudin A. Gunashev, Miyasat A. Kasparova and Madina G. Daudova undertook data analysis, interpretation of results and drafting of the manuscript. Umalat M. Saipullaev and Saipula M. Abdulmadzhidov undertook sampling, preparation of source materials and conducted laboratory work. All authors have equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

#### NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

#### ORCID

Джавгарат М. Рамазанова / Dzhavgarat M. Ramazanova <https://orcid.org/0000-0003-4928-1635>

Шахрудин А. Гунашев / Shakhrudin A. Gunashev <https://orcid.org/0000-0003-4804-2755>

Миясат А. Каспарова / Miyasat A. Kasparova <https://orcid.org/0000-0002-3576-0865>

Умалат М. Сайпуллаев / Umalat M. Saipullaev <https://orcid.org/0000-0003-0354-2932>

Мадина Г. Даудова / Madina G. Daudova <https://orcid.org/0000-0002-3729-9224>

Сайпула М. Абдулмаджидов / Saipula M. Abdulmadzhidov <https://orcid.org/0009-0004-7614-2248>