Статья поступила в редакцию: 11.09.2026
Статья принята к публикации: 17.09.2026
Статья опубликована: 07.11.2026

УДК 556.55+614.777+543.3

Эколого-гигиенические особенности и химический состав воды закрытого озера Аякагитма Бухарской области

Жумаева Шоиста Болтаевна
PhD, ассистент
кафедры медицинской биологии, Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино
Республика Узбекистан, г. Бухара
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2267-2698
E-mail: shoista_jumayeva@bsmi.uz

Ecological and hygienic characteristics and chemical composition of water in the closed Ayakagitma lake, Bukhara region

Zhumaeva Shoista Boltaevna
PhD, Assistant
at the Department of Medical Biology, Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sino
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Аннотация

Озеро Аякагытма представляет собой антропогенно-природный водоём, сформировавшийся преимущественно за счёт поступления коллекторно-дренажных вод с орошаемых сельскохозяйственных земель. Особенностью его экологического и санитарно-гигиенического состояния является питание водоёма возвратными водами ирригационных систем, грунтовыми водами и атмосферными осадками. Котловина озера окружена солончаками и глинистыми участками, а его влажные глинистые берега в отдельных местах образуют вязкие и потенциально опасные участки. Поступление дренажных стоков с сельскохозяйственных полей способствует накоплению в воде минеральных солей, нитратов, остатков удобрений, пестицидов и других химических загрязнителей. В связи с этим вода озера не может использоваться для питьевого водоснабжения без проведения глубокой очистки. Ограничения распространяются также на непосредственное использование воды в бытовых целях вследствие риска химического и микробиологического загрязнения. Санитарно-экологическое состояние водоёма во многом зависит от стабильности функционирования коллекторно-дренажной системы и объёмов поступающих стоков. Целью исследования является комплексная оценка экологического, гидрохимического и санитарно-

Библиографическое описание: Жумаева Ш.Б. Эколого-гигиенические особенности и химический состав воды закрытого озера Аякагитма Бухарской области // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2026. 11(149). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/23520

гигиенического состояния воды озера Аякагытма. Результаты исследования могут быть использованы для мониторинга качества воды и разработки мероприятий по снижению экологических рисков.

Abstract

Lake Ayakagitma is an anthropogenic-natural water body formed as a result of the discharge of collector-drainage water from irrigated agricultural lands. Its ecological and hygienic characteristics are primarily determined by the inflow of return (collector-drainage) water from irrigation systems, as well as groundwater and atmospheric precipitation. The lake basin is surrounded by saline soils and clayey areas. Its ecological and geographical features include wet clayey shores that form viscous and potentially hazardous marshy areas. Due to the inflow of drainage water from agricultural fields, the lake water contains elevated concentrations of mineral salts, as well as residues of fertilizers and agrochemicals, including pesticides and nitrates. The water is unsuitable for drinking water supply without advanced treatment. Its direct use for domestic purposes is also restricted due to the risk of microbiological and chemical contamination. The sanitary condition of the water body depends on the stable operation of the drainage network and the volume of incoming discharges.

In this regard, the study of the ecological condition of Lake Ayakagitma, one of the major closed water bodies in the region, is of particular relevance. This article presents the results of a comprehensive ecological-hygienic and hydrochemical study of the water of the closed Ayakagitma Lake.

Ключевые слова: озеро Аякагитма, замкнутый водоём, минерализация воды, засоление, химический состав воды, эколого-гигиеническая оценка, коллекторно-дренажные воды.

Keywords: Lake Ayakagitma, closed water body, water mineralization, salinization, chemical composition of water, ecological-hygienic assessment, collector-drainage waters.

Введение

Закрытые (бессточные) озёра, расположенные в условиях засушливого климата бассейна Нижнего Зарафшана, являются одним из основных источников воды аридных регионов и играют важную роль в сохранении водных ресурсов и экологического баланса региона [3]. Поскольку такие водоёмы, не имеющие естественного стока, пополняются главным образом за счёт коллекторно-дренажных вод и сезонных осадков, их водный режим и химический состав находятся в непосредственной зависимости от антропогенной нагрузки и процессов испарения.

В последние годы в результате изменения климата, увеличения числа аномально жарких дней и усиления испарения в озёрах засушливых регионов наблюдается снижение уровня воды и повышение степени минерализации и засолённости [15]. Эти процессы приводят к деградации водной экосистемы, обеднению флоры и фауны водоёма, а также негативно отражаются на среде обитания и здоровье населения, проживающего в окрестностях водоёма [15]. Отмечено, что в бассейне Аральского моря засолённость воды и ухудшение её качества также создают серьёзную угрозу для здоровья населения [2].

В связи с этим изучение экологического состояния озера Аякагитма — одного из крупных закрытых водоёмов региона — приобретает особую актуальность [1]. Цель исследования заключается в комплексной оценке эколого-гигиенического состояния и химического состава воды озера в весенний сезон, определении степени минерализации и загрязнения, а также в анализе причинно-следственных связей наблюдаемых изменений [11].

Материалы и методы

Объектом исследования является закрытое озеро Аякагитма, расположенное в нижнем течении реки Зарафшан, в 150 км к северу от города Бухары, на территории Кызылкумского округа. В административном отношении озеро находится на территории аула Огитма, относящегося к сходу граждан махалли Кукча Гиждуванского района Бухарской области, к северу от Шафирканского и Гиждуванского районов, на границе с Навоийской областью [1]. С юго-восточной стороны в озеро поступают сточные воды через сбросные коллекторы Шафиркан и Огитма, а также воды атмосферных осадков зимне-весеннего периода.

Воды, поступающие из коллектора, за 4–5 км до озера низвергаются каскадом с возвышенности, вначале достигая в чистом виде глубины 8–10 м, а затем, приобретая на протяжении 4–5 км песчано-илистый оттенок, доходят до водоёма.

Пробы воды были отобраны в пяти точках весной 2026 года: входная часть озера (коллектор Огитма), прибрежная зона, западная часть озера, а также родники вокруг озера (родник Кайар и родниковая вода). Пробы воды отбирали с 9 часов утра; на момент отбора проб температура воды составляла 16–24 °C, температура воздуха — 28–38 °C. Лабораторный анализ водных проб проводился в лаборатории отдела мониторинга загрязнения окружающей среды (МЗОС) при Управлении экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Бухарской области (регистрационный номер ML.1453). Показатели определялись фотоколориметрическим, флуориметрическим и гравиметрическим методами. Измерения проводились на основании следующих нормативных документов: O‘z O‘U 0682:2015, 0705:2016, 0696:2015, 0676:2015, 0697:2015, 0418:2009 и 0495:2010 [4–10]. Были проанализированы следующие показатели: pH, сухой остаток, хлориды, сульфаты, ионы аммония, нитриты, нитраты и взвешенные вещества.

Результаты и их обсуждение

Согласно морфометрическим показателям озера, его длина составляет 15–20 км, наибольшая ширина — 8 км, средняя ширина — 5 км, площадь — 110–112 км², объём воды — 0,9–1,1 млрд м³, а периметр водной поверхности составляет 75 км. Максимальная глубина — 40–45 м, средняя глубина — 8–10 м; по этому показателю озеро считается самым глубоким среди водоёмов Нижнего Зарафшана [1].

Полученные данные показали, что степень минерализации в различных точках озера резко различается. Содержание сухого остатка во входной части составило 6100 мг/л, тогда как в прибрежной зоне оно возросло до 134450 мг/л, а в западной части — до 138400 мг/л.

Столь высокая минерализация позволяет отнести воду озера к категории сильнозасолённых (гиперминерализованных) вод, что объясняется процессом накопления солей за счёт испарения, характерным для бессточных водоёмов [15] (табл. 1).

Таблица 1. Результаты химического анализа воды в различных участках озера Аякагитма и родников (весенний сезон, 2026 г.)

№	Показатель (единица измерени)	Входная часть	Прибрежная зона	Западная часть	Родник «Кайнар»	Родниковая вода
1	pH	7,0	7,0	6,5	7,0	7,0
2	Сухой остаток, мг/л	6100	134450	138400	3800	5150
3	Хлориды, мг/л	3128,9	53886,5	55624,8	2085,9	2955,1
4	Сульфаты, мг/л	1152,7	27377	28338	1104,7	1296,8
5	Ион аммония, мг/л	1,42	3,25	3,8	1,67	1,25
6	Нитриты, мг/л	0,18	0,31	0,4	0,16	0,085
7	Нитраты, мг/л	9,1	6,6	7,8	5,5	7,8
8	Взвешенные вещества, мг/л	18	21	23	17	15

В ионном составе воды преобладают хлориды (в прибрежной зоне — 53886,5 мг/л, в западной части — 55624,8 мг/л) и сульфаты (соответственно 27377 и 28338 мг/л), что свидетельствует о хлоридно-сульфатном составе воды [14]. Во входной части и в родниках данные показатели значительно ниже (хлориды — 2085,9–3128,9 мг/л, сульфаты — 1104,7–1296,8 мг/л), что подтверждает: поступающая в озеро вода минерализована в меньшей степени по сравнению с основной акваторией, а основное засоление формируется непосредственно в самом водоёме за счёт испарения [12].

Значение pH находилось в диапазоне 6,5–7,0, то есть было близким к нейтральному. Повышенное по сравнению с входной частью и родниками содержание иона аммония (в прибрежной и западной частях — 3,25–3,8 мг/л) и нитритов (0,31–0,4 мг/л) свидетельствует о протекании в воде процессов органического загрязнения и эвтрофикации; в закрытых озёрах засолённость и биогенная нагрузка при взаимном воздействии оказывают значительное влияние на состояние экосистемы [3, 13]. Содержание взвешенных веществ находилось в диапазоне 15–23 мг/л, нефтепродукты же не были обнаружены ни в одной из точек.

Для сравнения, в водах Приаралья (Каракалпакстан) общее содержание растворённых веществ зафиксировано в диапазоне 563–3852 мг/л [2]; показатели же в прибрежной и западной зонах озера Аякагитма более чем в десять раз превышают это значение, что свидетельствует о чрезвычайно высокой степени засолённости водоёма.

Лабораторные результаты соответствуют полевым наблюдениям. Из-за преобладания объёма испаряющейся воды над объёмом воды, поступающей в озеро из коллекторов, уровень воды неуклонно снижается: если 20 лет назад, по данным спутниковых измерений, площадь водной поверхности озера составляла примерно 12000 гектаров, то в настоящее время этот показатель сократился до 8000 гектаров. В результате снижения уровня воды

берега расширились, заросли тамариска увеличились, а численность водоплавающих птиц (лебедь, утка, лысуха) сократилась [15]. В последние годы исчезновение рыбы в озере, распространение неприятного запаха от воды и отказ населения от купания свидетельствуют о резком ухудшении качества воды и деградации экосистемы. Вокруг озера имеется множество родников, вода которых прозрачная и холодная; местное население использует эту воду в культурно-бытовых целях и для скота, однако она непригодна в качестве питьевой воды. В юго-западной части озера отмечен выход на поверхность горячего минерального источника с температурой воды 45–50 °C.

Потребность населения, проживающего в ауле, в питьевой воде покрывается за счёт доставки специальными автоцистернами из Гиждуванского района; для хранения питьевой воды каждое хозяйство использует колодцы с забетонированными по периметру стенками.

В последние годы среди местного населения отмечается рост заболеваемости эндемическим зобом, головными болями, аллергическими заболеваниями, бронхиальной астмой и болями в костях. В других исследованиях, проведённых в данном регионе, деградация окружающей среды и ухудшение качества воды также связывались с заболеваемостью населения [2]. В связи с этим данное состояние здоровья населения может быть обусловлено ухудшением качества воды и состояния окружающей среды, однако для точного установления причинно-следственной связи необходимы дополнительные медико-эпидемиологические исследования.

Выводы

Степень минерализации воды закрытого озера Аякагитма резко различается в зависимости от точки отбора проб; в прибрежной и западной частях содержание сухого остатка достигает 134450–138400 мг/л, что относит воду к категории чрезвычайно сильнозасолённых вод хлоридно-сульфатного состава.

1. Повышение содержания иона аммония и нитритов указывает на протекание в воде процессов органического загрязнения и эвтрофикации; это подтверждается исчезновением рыбы и появлением неприятного запаха.

2. Под воздействием изменения климата, усиления испарения и коллекторно-дренажных вод уровень воды и площадь озера последовательно сокращаются, а его экосистема подвергается деградации.

3. Для оценки состояния озера и прилегающих к нему источников воды, а также их влияния на здоровье населения целесообразно проведение регулярного мониторинга и комплексных медико-экологических исследований, а также придание озеру и прилегающей к нему территории статуса охраняемой природной территории [1].

В связи с этим изучение экологического состояния озера Аякагитма — одного из крупных закрытых водоёмов региона — приобретает особую актуальность. В статье представлены результаты комплексного эколого-гигиенического и гидрохимического исследования воды закрытого озера Аякагитма.

Список литературы

1. Қодиров А.А. Географические основы организации охраняемой территории вокруг озера Оёқоғитма // Экономика и социум. – 2025. – № 10 (136). URL: www.iupr.ru (дата обращения: 30.10.2026).
2. Bartrem C., Kurbanov M.I., Keller B.D., Fiori A. von Lindern I., Khajiev P.Z., Rustamov D., Lee J., Steiner M., Paluaniyazova Z. Organochlorine pesticides and salinity in Karakalpakstan, Uzbekistan: environmental health risks associated with the Aral Sea crisis. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2025; 22(11): 1751. – DOI: 10.3390/ijerph22111751.
3. Jiang X., Liu C., Hu Y., Shao K., Tang X., Gao G., Qin B. Salinity-linked denitrification potential in endorheic Lake Bosten (China) and its sensitivity to climate change. Frontiers in Microbiology. 2022; 13: 922546. – DOI: 10.3389/fmicb.2022.922546.
4. O‘z O‘U 0676:2015. Вода. Методы отбора и подготовки проб. – Ташкент, 2015.
5. O‘z O‘U 0682:2015. Методы определения качества воды. – Ташкент, 2015.
6. O‘z O‘U 0696:2015. Методы определения растворённых веществ в воде. – Ташкент, 2015.
7. O‘z O‘U 0697:2015. Методы определения соединений азота в воде. – Ташкент, 2015.
8. O‘z O‘U 0705:2016. Методы определения показателей качества воды. – Ташкент, 2016.
9. O‘z O‘U 0418:2009. Определение взвешенных веществ в воде (гравиметрический метод). – Ташкент, 2009.
10. O‘z O‘U 0495:2010. Определение нефтепродуктов в воде (флуориметрический метод). – Ташкент, 2010.
11. Rakhmanin Yu. A., Onishchenko G.G. Hygienic Assessment of Drinking Water Supply of the Population of the Russian Federation: Problems and the Way Their Rational Decision // Hygiene and Sanitation. – 2022. – T. 101, № 10. – P. 1158–1166. – DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1158-1166.
12. Trofimovich E.M. Hygiene Standards of Chemical Elements of Drinking Water // Hygiene and Sanitation. – 2023. – T. 102, № 2. – P. 126–134. – DOI: 10.47470/0016-9900-2023-102-2-126-134.
13. Valeev T.K., Rakhmanin Yu. A., Suleimanov R.A., Malysheva A.G., Bakirov A.B., Rakhmatullin N.R., Rakhmatullina L.R., Daukaev R.A., Baktybaeva Z.B. Experience on the Environmental and Hygienic Assessment of Water Pollution in the Territories Referred to Oil Refining and Petrochemical Complexes // Hygiene and Sanitation. – 2020. – T. 99, № 9. – P. 886–893. – DOI: 10.47470/0016-9900-2020-99-9-886-893.
14. Valeev T.K., Rakhmanin Yu. A., Suleymanov R.A., Malysheva A.G., Gimranova G.G., Rakhmatullin N.R., Rakhmatullina L.R., Baktybaeva Z.B. Characteristics of the Risk to the Health of the Population of the Oil-Producing Region Associated with Environmental Factors // Hygiene and Sanitation. – 2021. – T. 100, № 11. – P. 1310–1316. – DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-11-1310-1316.

15. Wurtsbaugh W.A., Miller C., Null S.E. DeRose R.J., Wilcock P., Hahnenberger M., Howe F.P., Moore J.N. Decline of the World’s Saline Lakes // Nature Geoscience. – 2017. – T. 10, № 11. – P. 816–821. – DOI: 10.1038/ngeo3052.

References

1. Qodirov A.A. [Geographic foundations of organizing a protected territory around Lake Oyqoghítma]. Ekonomika i sotsium,. – 2025. – No. 10 (136). (accessed: 30.10.2026). (In Russ.).
2. Bartrem C., Kurbanov M.I., Keller B.D., Fiori A., von Lindern I., Khajiev P.Z., Rustamov D., Lee J., Steiner M., Paluaniyazova Z. Organochlorine pesticides and salinity in Karakalpakstan, Uzbekistan: environmental health risks associated with the Aral Sea crisis. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2025, vol. 22, no. 11, P. 1751. DOI: 10.3390/ijerph22111751.
3. Jiang X., Liu C., Hu Y., Shao K., Tang X., Gao G., Qin B. Salinity-linked denitrification potential in endorheic Lake Bosten (China) and its sensitivity to climate change. Frontiers in Microbiology, 2022, vol. 13, art. 922546. DOI: 10.3389/fmicb.2022.922546.
4. O'z O'U 0676:2015. [Water. Methods of sampling and sample preparation]. Tashkent, 2015. (In Russ.).
5. O'z O'U 0682:2015. [Methods for determining water quality]. Tashkent, 2015. (In Russ.).
6. O'z O'U 0696:2015. [Methods for determining dissolved substances in water]. Tashkent, 2015. (In Russ.).
7. O'z O'U 0697:2015. [Methods for determining nitrogen compounds in water]. Tashkent, 2015. (In Russ.).
8. O'z O'U 0705:2016. [Methods for determining water quality indicators]. Tashkent, 2016. (In Russ.).
9. O'z O'U 0418:2009. [Determination of suspended solids in water (gravimetric method)]. Tashkent, 2009. (In Russ.).
10. O'z O'U 0495:2010. [Determination of petroleum products in water (fluorimetric method)]. Tashkent, 2010. (In Russ.).
11. Rakhmanin Yu.A., Onishchenko G.G. Hygienic Assessment of Drinking Water Supply of the Population of the Russian Federation: Problems and the Way Their Rational Decision. Hygiene and Sanitation, 2022, vol. 101, no. 10, P. 1158–1166. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1158-1166.
12. Trofimovich E.M. Hygiene Standards of Chemical Elements of Drinking Water. Hygiene and Sanitation, 2023, vol. 102, no. 2, P. 126–134. DOI: 10.47470/0016-9900-2023-102-2-126-134.
13. Valeev T.K., Rakhmanin Yu.A., Suleimanov R.A., Malysheva A.G., Bakirov A.B., Rakhmatullin N.R., Rakhmatullina L.R., Daukaev R.A., Baktybaeva Z.B. Experience on the Environmental and Hygienic Assessment of Water Pollution in the Territories Referred to Oil Refining and Petrochemical Complexes. Hygiene and Sanitation, 2020, vol. 99, no. 9, P. 886–893. DOI: 10.47470/0016-9900-2020-99-9-886-893.

14. Valeev T.K., Rakhmanin Yu.A., Suleymanov R.A., Malysheva A.G., Gimranova G.G., Rakhmatullin N.R., Rakhmatullina L.R., Baktybaeva Z.B. Characteristics of the Risk to the Health of the Population of the Oil Producing Region Associated with Environmental Factors. Hygiene and Sanitation, 2021, vol. 100, no. 11, P. 1310–1316. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-11-1310-1316.
15. Wurtsbaugh W.A., Miller C., Null S.E., DeRose R.J., Wilcock P., Hahnenberger M., Howe F.P., Moore J.N. Decline of the World's Saline Lakes. Nature Geoscience, 2017, vol. 10, no. 11, P. 816–821. DOI: 10.1038/ngeo3052.