

DOI:10.26104/NNTIK.2022.1.6.019

Токтосунов Т.А., Каныбекова А.Т.

БИОТЕСТИРЛӨӨ УСУЛУНУН ЖАРДАМЫ МЕНЕН ЫСЫК-КӨЛДҮН
КӨЛҮНҮН СУУСУНУН БУЛГАНУУСУН ИЗИЛДӨӨ

Токтосунов Т.А., Каныбекова А.Т.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

T. Toktosunov, A. Kanybekova

STUDY OF WATER POLLUTION IN LAKE ISSYK-KUL
USING BIOASSAY METHODS

УДК: 574:579.2(575.2) (04)

Бул макалада 2022-жылы Ысык-Көлдөгү суунун сапатына жүргүзүлгөн анализдердин жыйынтыктары келтирилген. Ысык-Көлдүн түштүк жээгиндеги суунун сапатын аныктоо үчүн атайын материалдар жана изилдөө ыкмалары зарыл. Бул эмгекте биз химиялык (аниондор, катиондор, сульфаттар жана карбонаттар) жана бактериологиялык ыкмаларды (*E. Coli* бактериясынын мисалында) колдондук. Иште колориметриялык анализ ыкмасы, титриметриялык ыкма жана мембрана чыпкасы колдонулган. Ысык-Көл олигоцелочтуу көлмөлөрүнүн тобуна кирери аныкталды, мында рН орточо алганда 7.6-8.4 рН түзөт. Көлдүн суусунун жалпы минералдашуусу $144 \cdot 10 - 980 \cdot 10$ мг/дм³, В.И. Вернадскийдин классификациясы боюнча Ысык-Көл шордуу көл деп эсептелиши мүмкүн экендигин далилдейт. П.Ф. Домрачевдун классификациясы боюнча Ысык-Көл жылуу суу объектиси болуп эсептелет, мында жай мезгилинде Ысык-Көлдүн орточо интегралдык температурасы 17,2 ден 22,1 градуска чейин болот. Ысык-Көл облусунда абанын температурасы 15 градустан жогору болгону жылына 106-120 күнгө созулат. Изилдөөнүн максаты: Ысык-Көлдүн түштүк жээгинин булганышын изилдөө.

Негизги сөздөр: Ысык-Көл, көл, анион, катион, бактерия, анализ, щелоч, суутек көрсөткүчү.

В данной статье представлены результаты исследования качества воды озера Иссык-Куль, проведенных в 2022 году. Для определения качества воды южного берега озера Иссык-Куль необходимы специальные материалы и методы исследования. В данной работе мы использовали химические (анионы, катионы, сульфаты и карбонаты) и бактериологические методы (на примере бактерии *E. Coli*). В работе использовали метод колориметрического анализа, титриметрический метод и метод мембранных фильтров. Установлено, что озеро Иссык-Куль относится к группе олигоцелочных водоемов, где рН в среднем составляет 7.6-8.4 рН. Общая минерализация воды озера составила от $144 \cdot 10 - 980 \cdot 10$ мг/дм³, по классификации В.И. Вернадского доказывает, что озеро Иссык-Куль может считаться солоноватым водоемом. По классификации П.Ф. Домрачева, озеро Иссык-Куль считается теплым водоемом, где в летнее время средняя интегральная температура воды озера Иссык-Куль составляет от 17,2 до 22,1⁰С. Температура воздуха выше 15 градусов в Иссык-Кульской области держится 106-120 дней в году. Цель исследования: изучение загрязнения южного берега озера Иссык-Куль.

Ключевые слова: Иссык-Куль, озеро, анион, катион, бактерия, анализ, щелоч, водородный показатель.

This article presents the results of the Issyk-Kul Lake water quality analysis conducted in 2022. To determine the water quality of the southern shore of Lake Issyk-Kul, special materials and research methods are needed. In this work, we used chemical (anions,

sulfates and carbonates) and bacteriological methods (for example, *E. Coli* bacteria). The method of colorimetric analysis, the titrimetric method and the method of membrane filters were used in the work. It has been established that Lake Issyk-Kul belongs to the group of oligo alkaline reservoirs, where the pH on average is 7.6-8.4 pH. The total mineralization of the lake water was from $144 \cdot 10 - 980 \cdot 10$ mg/dm³, according to V.I. Vernadsky's classification, proves that Lake Issyk-Kul can be considered a brackish reservoir. According to P.F. Domrachev's classification, Lake Issyk-Kul is considered a warm reservoir, where in summer the average integral water temperature of Lake Issyk-Kul ranges from 17.2 to 22.1 degrees Celsius. The air temperature above 15 degrees in Issyk-Kul region lasts 106-120 days a year. Purpose of the research: to study the pollution of the southern coast of Lake Issyk-Kul.

Key words: Issyk-Kul, lake, anion, cation, bacterium, analyte, alkali, hydrogen indicator.

Введение. Биосферная зона «Иссык-Куль» является особо охраняемой природной территорией национального значения республики и занесена во всемирную сеть биосферных резерватов в рамках программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Однако и эта территория имеет свои экологические проблемы [1]. Статистика наших дней говорит, что последние годы Иссык-Куль посещают ежегодно около одного миллиона человек. Иссык-Куль является основной зоной развивающегося туристического отдыха в Кыргызстане. Большое количество строящихся пансионатов и коттеджей, для приёма отдыхающих, безусловно, будет способствовать нарастающему притоку туристов и как следствие, приближать жизнестойкость биосистемы Иссык-Куля к порогу разрушения [2]. В последнее время на Иссык-Куле складывается неблагоприятная экологическая обстановка, которая может привести к снижению рекреационной ценности озера. Причинами являются бережные застройки, уничтожение растительности и кустарников, особенно облепихи и барбариса, которые выступают природными фильтрами. Данный процесс имеет ряд негативных последствий, таких, как изменение окружающей среды, загрязнение атмосферного воздуха, сокращение поверхностных и подземных вод, а также других влияющих на природные ресурсы [3].

Уровень воды озера как у всех других озер испытывает абсолютные (сезонные, годовые, многолетние,

вековые) и относительные (волнения, сейш, нагоны) колебания. С каждым разом уровень понижается, а за последние 100 лет понизился на 7 м. основной причиной является изменение климатических условий в бассейне озера. Водный баланс озера отрицательный. Поверхностный сток равен - 437 мм, количество атмосферных осадков – 251 мм.

Озеро питается водами около 80 рек и речек со средним годовым стоком примерно 3,80 млрд. м³, которые берут начало в горах, окружающих котловину. Воды рек относятся к слабо минерализованным с малым содержанием микроэлементов. Было установлено два противоположных, постоянных течения. У се-

верного берега направлен на запад, а у южного на восток. В целом получается круговое течение.

Работа выполнена на основе следующих методов исследования: метод Грана и метод мембранных фильтров.

Исследования проводились 19.02.2022 и 15.05.2022 гг. были отобраны пробы с семи точек южного берега Иссык-Куля: Ак-Терек, Кичи-Жаргылчак, Тамга, Тосор, Каджи-Сай, Тон и Каракол

Вычисляли сульфаты-иона (табл. 1), карбонаты-щелочь, концентрации аммония в воде, общую минерализацию и рН.

Таблица 1

Сульфатная группа

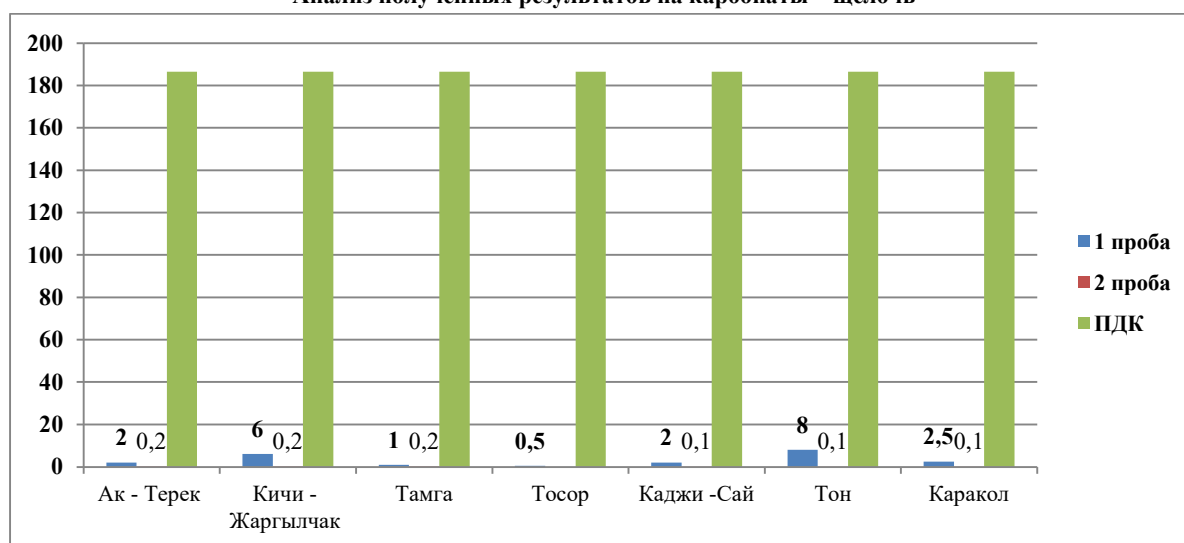
Наименование показателя	Характер мути и осадка		
	Отсутствие мути или слабая муть, появляющаяся через несколько минут	Слабая муть, появляющаяся сразу	Сильная муть, быстро оседающая
Массовая концентрация сульфат - ионов, мг/дм ³	Менее 10 мг/дм ³	От 10 до 100 мг/дм ³	Свыше 100 мг/дм ³
Наименование точки	Тамга и Тосор	Ак-Терек, Каракол	Кичи-Жаргылчак, Каджи-Сай, Тон

На данной таблице представлены результаты исследования на сульфатную группу, на отобранные пробы воды с южного побережья озера Иссык-Куль. В результате исследования в точках Тамга и Тосор массовая концентрация сульфат-ионов, менее 10 мг/дм³, в точках Ак-Терек и Каракол массовая концентрация сульфат-ионов от 10 до 100 мг/дм³, а в точках Кичи-Жаргылчак, Каджи-Сай и Тон массовая концентрация сульфат-иона свыше 100 мг/дм³. При ПДК 500 мг/дм³, т.е. полученные результаты на сульфатную группу, во всех семи точках не превышают ПДК.

Карбонаты-Щелочь. В первой пробе взятые в феврале месяце показали, что, в Ак-Терек 2 мг/дм³, в Кичи-Жаргылчак 6 мг/дм³, Тамга 1мг/дм³, в Тосор 0,5 мг/дм³, в Каджи-Сай 2мг/дм³, Тон 8мг/дм³, Каракол 2,5 мг/дм³. Во второй пробе в точках Ак-Терек, Кичи-Жаргылчак и Тамга результаты показали 0,2 мг/дм³, а в точках Каджи-Сай, Тон и Каракол результаты показали 0,1 мг/дм³, при норме от 180-200 мг/дм³. В точке Тосор во второй пробе и вовсе отсутствовало. Полученные результаты во всех семи точках на карбонаты и щелочь не превышают ПДК (1-диаграмма).

Диаграмма 1

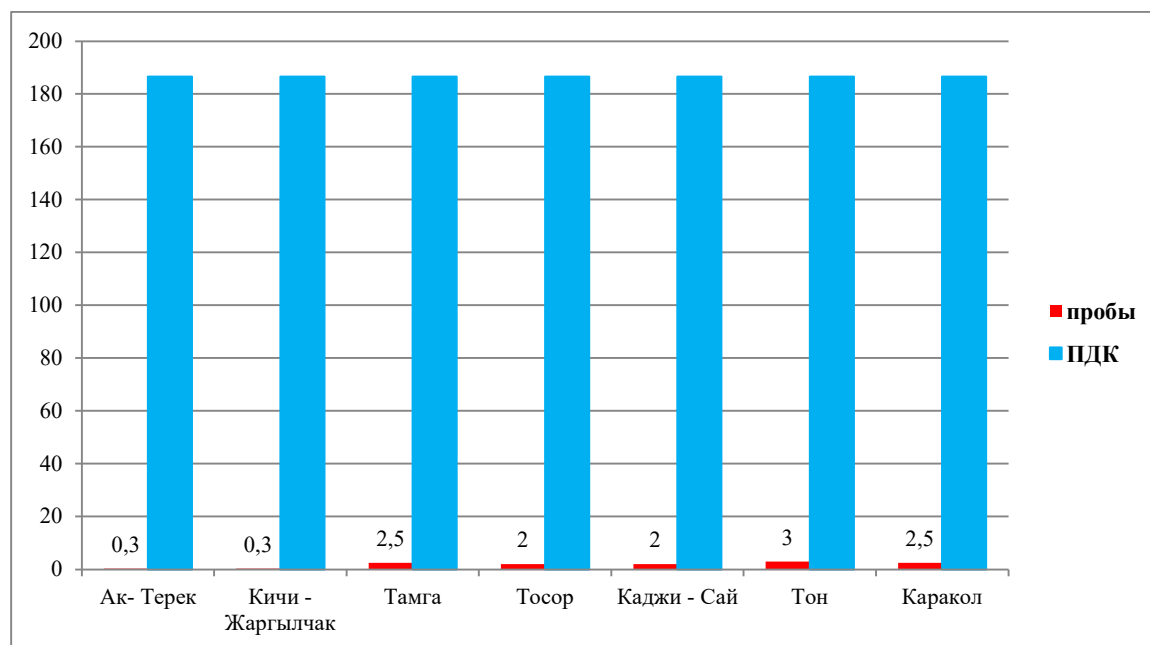
Анализ полученных результатов на карбонаты – щелочь



Гидрокарбонат-аниона. По результатам исследования в точках Ак-Терек и Кичи-Жаргылчак на гидрокарбонат-аниона 03 мг/дм³, в точках Тамга и Каракол 2,5мг/дм³, а в точках Тосор, Каджи-Сай, Тон 2мг/дм³. При ПДК 180-200 мг/дм³. Результаты не превышают ПДК (2-диаграмма).

Диаграмма 2

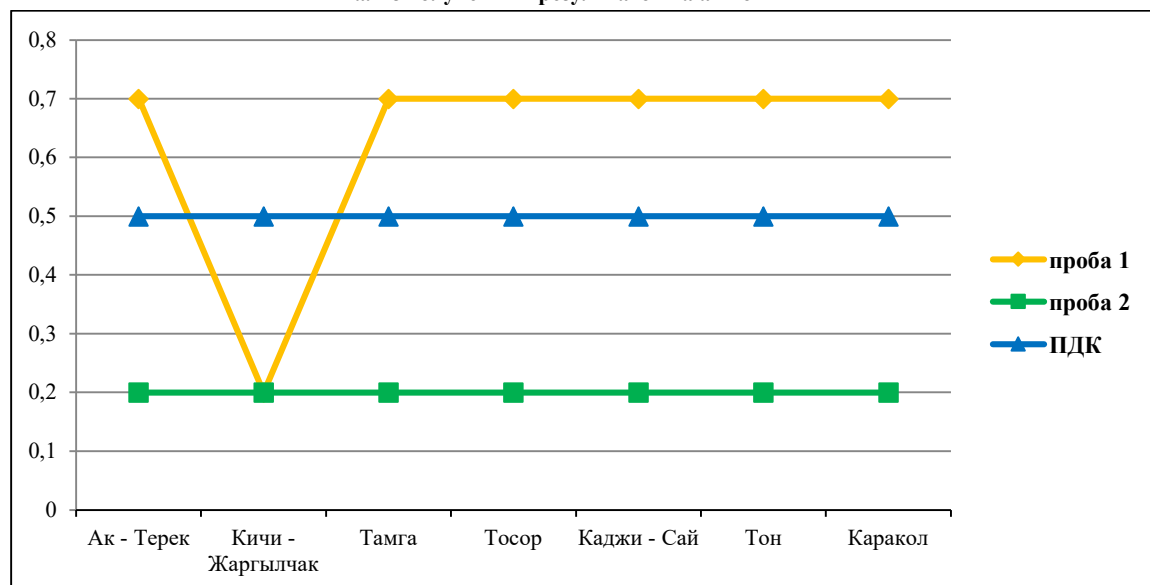
Анализ полученных результатов на гидрокарбонат-аниона



Аммоний. В первой пробе взятые в феврале месяце, в точках Ак-Терек, Тамга, Тосор, Каджи-Сай, Тон и Каракол полученные результаты на аммоний составляет 0,7 мг/дм³, в норме 0,5 мг/дм³, это говорит нам то, что результаты превышают в 0,2 раза от ПДК. В Кичи-Жаргылчак 0,2 мг/дм³ при норме 0,5мг/дм³, т.е. ниже ПДК в 0,3 раза. Во второй пробе взятые в мае месяце показали во всех семи точках 0,2 мг/дм³, ниже нормы, т.е. не превышают норму ПДК (3-диаграмма).

Диаграмма 3

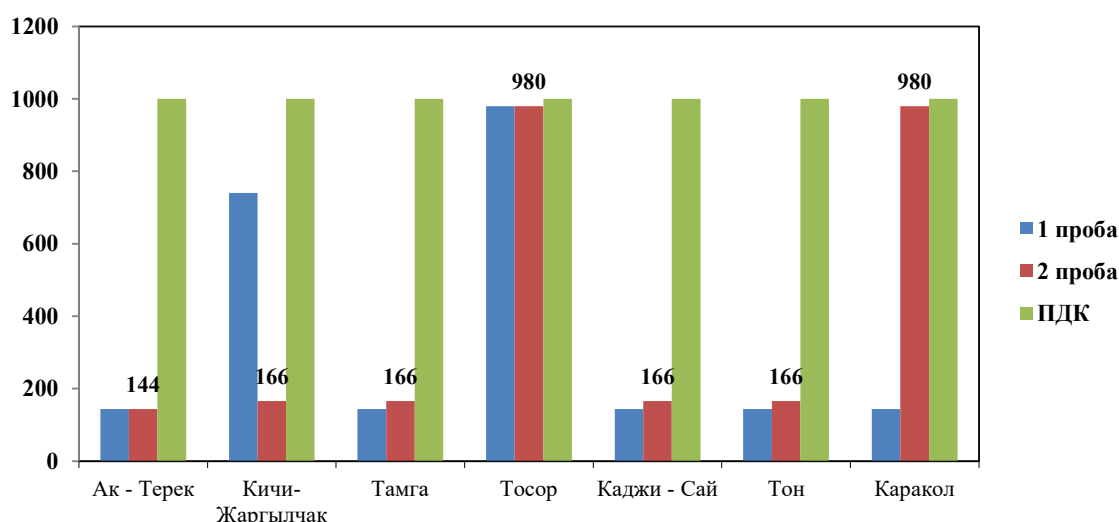
Анализ полученных результатов на аммоний



Общая минерализация. В первой пробе в точках Ак-Терек, Тамга, Каджи-Сай, Тон и Каракол полученные результаты $144 \cdot 10 \text{ мг/дм}^3$, в Кичи-Жаргылчак $740 \cdot 10 \text{ мг/дм}^3$, а в точке Тосор $980 \cdot 10 \text{ мг/дм}^3$. Во второй пробе в Ак-Терек также без изменений $144 \cdot 10 \text{ мг/дм}^3$, в точках Кичи-Жаргылчак, Тамга, Каджи-Сай, Тон полученные результаты показали $166 \cdot 10 \text{ мг/дм}^3$. В точках Тосор и Каракол $980 \cdot 10 \text{ мг/дм}^3$, т.е. нижняя граница ПДК, но все полученные результаты в первой и во второй пробах не превышают ПДК (4-диаграмма).

4-диаграмма

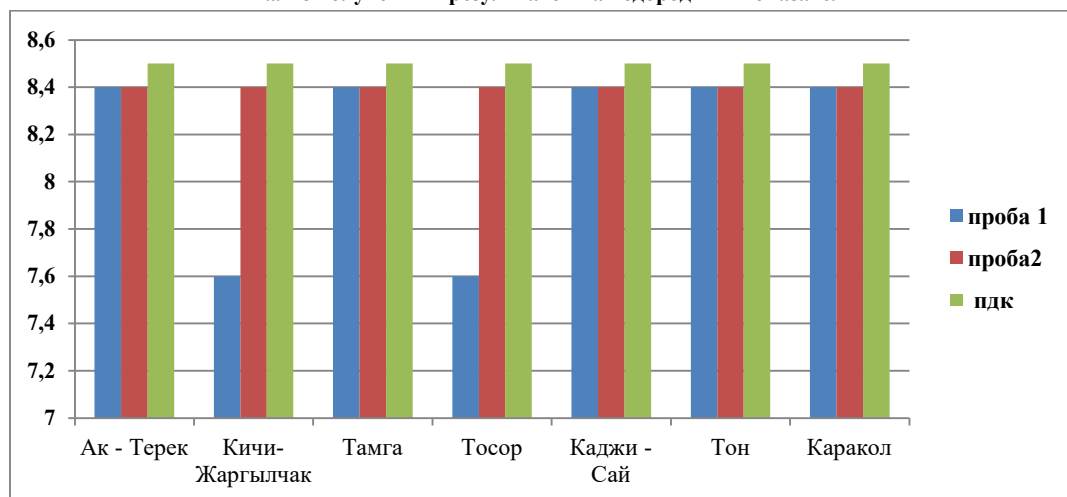
Анализ полученных результатов на минерализацию



Водородный показатель (pH). В норме водородный показатель в озерах должен быть от 6,5 до 8,5 рН. В наших первых пробах результаты показали, что в Ак-Терек, Тамга, Каджи-Сай, Тон, Каракол 8,4 рН, а в Кичи-Жаргылчак, Тосор 7,6 рН. Во второй пробе во всех точках результаты показали 8,4 рН. Как показали данные, данной гистограммы превышение ПДК не наблюдается (5-диаграмма).

5-диаграмма

Анализ полученных результатов на водородный показатель



Бактериологический анализ. Определения количества колоний бактерия E.Coli.

Результаты исследования на бактериологический анализ. Были проведены эксперименты в трех точках озера с южного побережья. В точках Ак-Терек, Каджи-Сай, Каракол. Результат эксперимента можно увидеть в слайдах 23, 24, 25. В точке Ак-Терек результаты посева E. Coli, колонии в умеренном количестве в первом тесте $242,9 \text{ кл/дм}^3$, во втором тесте $434,3 \text{ кл/дм}^3$. В пробе Каджи-Сай в первом тесте показали $2,9 \text{ кл/дм}^3$, а во втором $22,9 \text{ кл/дм}^3$, т.е. колонии в единичном количестве. В точке Каракол $105,8 \text{ кл/дм}^3$, во второй пробе $77,14 \text{ кл/дм}^3$, колонии в умеренном количестве, в норме количество колоний составляет 1000 кл/дм^3 . Результаты исследований показали, что полученные данные не превышают ПДК (2-таблица).

Таблица 2

Полученные результаты на бактериологический анализ

Место отбора	Тест 1	Тест 2	ПДК
Ак-Терек	242,9 кл/дм ³	434,3 кл/дм ³	1000 кл/дм ³
Каджи-Сай	2,9 кл/дм ³	22,9 кл/дм ³	1000 кл/дм ³
Каракол	105,8 кл/дм ³	77,14 ко/дм ³	1000 кл/дм ³

Выводы:

1. Сульфатная группа в районе Ак-Терек и Каракол (от 10 до 100), Тамга и Тосор (менее 10), в Кичи-Жаргылчак, Каджи-Сай, Тон (свыше 100), во всех семи точках не превышает ПДК.

2. Результаты на карбонаты–щелочь в районе Ак-Терек (2; 0,2 мг/дм³), Кичи-Жаргылчак (6; 0,2 мг/дм³), Тамга (1; 0,2 мг/дм³), Тосор (0,5 мг/дм³), Каджи-Сай (2; 0,1 мг/дм³), Тон (8; 0,1 мг/дм³), Каракол (2,5; 0,1 мг/дм³), и гидрокарбонат-аниона в Ак-Терек (0,3 мг/дм³), Кичи-Жаргылчак (0,3 мг/дм³), Тамга (2,5 мг/дм³), Тосор (2 мг/дм³), Каджи-Сай (2 мг/дм³), Тон (3 мг/дм³), Каракол (2,5 мг/дм³), во всех точках не превышает ПДК.

3. Результаты на аммоний: в первой пробе в прибрежных зонах села Ак-Терек, Тамга, Тосор, Каджи-Сай, Тон и Каракол (0,7мг/дм³) превышала ПДК (0,5 мг/дм³) на 0,2 раза. Во второй пробе в Ак-Терек, Кичи-Жаргылчак, Тамга, Тосор, Каджи-Сай, Тон и Каракол (0,2мг/дм³), все точки не превышали ПДК.

4. Результаты на общую минерализацию в Ак-Терек (144мг/дм³), Кичи-Жаргылчак (720; 166мг/дм³), Тамга (144; 166мг/дм³), Тосор (980 мг/дм³), Каджи-Сай (144; 166 мг/дм³), Тон (144; 166 мг/дм³), Каракол (144; 980мг/дм³), во всех семи точках не превышала

ПДК (1000мг/дм³).

5. Водородный показатель (рН) в селах Ак-Терек (8,4рН), Кичи-Жаргылчак (7,6; 8,4 рН), Тамга (8,4 рН), Тосор (7,6; 8,4 рН), Каджи-Сай (8,4 рН), Тон (8,4 рН), Каракол (8,4 рН), все пробы воды в семи точках не превышали ПДК (8,6рН).

6. Результаты на бактериологический анализ в прибрежных зонах села Ак-Терек (242,9; 434,3 кл/дм³), Каджи-Сай (2,9; 22,9кл/дм³) и Каракол (105,8; 77,14 кл/дм³), не превышает ПДК (1000 кл/дм³).

Литература:

1. Азыкова Э.К., Мельникова А.П. Природные комплексы береговой зоны озера Иссык-Куль. - Фрунзе: Илим, 1979. - С. 103-137.
2. Балыкин А.В. Микроорганизмы в загрязненной среде. - Фрунзе: Илим, 1990. - 128 с.
3. <https://issyk-kul-clean.org/issyk-kul-clean/About-problems.htm>
4. Сапарбекова Г.К., Домашов И.А., Марасулов А.А., Асанакунов Б.А. Оценка санитарно-эпидемиологического и экологического качества воды озера Иссык-Куль в акватории города Чолпон-Ата. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2022. №. 4. С. 95-98.
5. Шаршеев Э.С., Жакеев Б.М., Асанакунова Г. Изменчивость уровня озера Иссык-Куль при глобальном потеплении климата. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2021. №. 4. С. 174-178.