

## ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МЕЛКИХ ОЗЁР К ЗАСУХАМ И ТЕХНОГЕННЫМ НАГРУЗКАМ

Хожамуратова Р

Доктор географических наук Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

Календерова К

Базовый докторант Каракалпакского государственного университета имени Бердаха e-mail: qitmagkalenderova@gmail.com

**Аннотация:** Мелкие озёра в засушливых регионах обладают высокой чувствительностью к изменениям климата и антропогенному воздействию. В статье рассматриваются критерии и методика гидроэкологической оценки устойчивости мелководных водоёмов к засухам и техногенным нагрузкам на примере водных объектов Южного Приаралья. Приведены данные о гидрохимическом составе воды, изменении биоты и уровне деградации экосистем. Предложены индикаторы устойчивости и меры адаптации малых озёрных систем к изменяющимся условиям.

**Ключевые слова:** устойчивость экосистем, мелкие озёра, засуха, техногенные нагрузки, гидроэкология, Южное Приаралье.

### ВВЕДЕНИЕ

Приаралье является эпицентром экологического бедствия в связи с высыханием Аральского моря, которое является следствием несбалансированного отбора воды из главных рек бассейна Аральского моря. Объем воды, подаваемый в дельту реки Амударья, сокращается, и это приводит к тому, что в Южном Приаралье мелеют и высыхают многие малые озера. Их питание в настоящее время частично обеспечивается за счет коллекторно-дренажных вод и небольшого объема речного стока после удовлетворения потребностей орошаемого земледелия. Следствием этих процессов стало исчезновение существовавших тугайных зарослей, гибель тростников, а вместе с растительностью (флорой) уменьшаются количество и виды животных и птиц (фауна). Сокращается биологическая продуктивность дельты Амударья.

До сегодняшнего дня по данным специалистов НИЦ НКВК территория не обеспечена необходимым стабильным объемом водных ресурсов. Общий приток воды в Южное Приаралье за период 2011- 2020 гг. составил 47,23 км<sup>3</sup> или в среднем 4,72 км<sup>3</sup> в год. В зависимости от водности годам - величина изменяется от 0,96 км<sup>3</sup> в год (2018-2019) до 10,83 км<sup>3</sup> в год (2017- 2018). Такая большая вариация годового притока негативно отражается на гидрологической устойчивости водоемов, что ведет к разрушению экологии зоны отдельных водоемов, нарушении биоразнообразия. Поэтому, фауна и флора этих водоемов

нестабильны из-за неустойчивости их водно-солевого режима, который формируется без всякого контроля, под влиянием случайных факторов. Нестабильная водообеспеченность дельты реки Амударьи не позволяет в полной мере реализовать все необходимые меры по стабилизации экосистем и социально-экономического развития региона Южного Приаралья.

Мелкие озёра выполняют важные экологические функции в ландшафтах засушливых и полузасушливых регионов. Они служат естественными аккумуляторами влаги, средой обитания водной биоты, регулируют микроклимат и являются источниками воды для хозяйственных нужд. Однако в условиях нарастающего водного дефицита, частых засух, повышения температуры и техногенного воздействия (сброс дренажных и сточных вод, добыча полезных ископаемых, мелиорация) устойчивость таких озёр подвергается серьёзным испытаниям.

Наиболее уязвимыми считаются водоёмы с малой глубиной, замкнутым водосбором и отсутствием устойчивого притока. Их экосистемы быстро реагируют на изменение режима питания, засоление и поступление загрязняющих веществ, что приводит к эвтрофикации, гипоксии, нарушению биоценозов и полному обмелению. В связи с этим актуальной становится задача комплексной гидроэкологической оценки устойчивости мелких озёр к неблагоприятным климатическим и техногенным воздействиям с целью прогноза и предупреждения деградации.

### Методика исследования.

- оценка гидрологического режима (площадь зеркала, глубина, сезонная изменчивость);
- гидрохимический анализ воды (минерализация, pH, БПК, содержание ионов, биогенов);
- биологический мониторинг (структура зоопланктона, фитопланктона, бентоса);
- использование индикаторов устойчивости: индекс водной трофности, индекс сапробности, степень сезонных колебаний уровня воды;
- анализ антропогенной нагрузки по степени поступления коллекторно-дренажных, сточных и промышленных вод;
- экспертная оценка экологического риска (по шкале: устойчивое состояние, условно устойчивое, нестабильное, деградирующее).

Основная часть. Проводя гидроэкологический анализ устойчивости мелких озёр Южного Приаралья, в частности озёр Судочье и Жылтырбас можно отметить их высокую уязвимость к засухам и техногенным нагрузкам, что типично для водоёмов данного региона.

### Общие характеристики озёр Судочье и Жылтырбас.

Оба озера расположены в дельте реки Амударьи в Южном Приаралье и когда-то были связаны с Аральским морем, но отделились от него в результате

его отступления. В настоящее время их гидрохимическое и гидроэкологическое состояние ухудшается, а минерализация воды постоянно растёт. Озёра преимущественно питаются коллекторно-дренажным стоком, что приводит к увеличению минерализации и загрязнению биогенными элементами. Вода в этих водоёмах относится к солоноватым. Из-за неблагоприятной гидроэкологической ситуации в регионе, мониторинг загрязнения воды в этих объектах имеет большое научное и практическое значение.

### Озеро Судочье.

Озеро Судочье представляет собой крупную озёрную систему. В прошлом проточность была ключевым условием для поддержания и восстановления качества его воды; нарушение проточности неизбежно приводило к росту минерализации. На сегодняшний день минерализация воды в озере достигла 10 г/л, что привело к гибели популяций рыб и ондатр. Максимальная длина озера составляет 10 км, ширина - 4,5 км, глубина не превышает 1,0-1,2 м, а длина береговой линии - 32 км. Глубина и степень минерализации воды в озёрной системе Судочье не соответствуют экологическим требованиям для таких видов, как ондатра, которым требуется глубина не менее 1,5-2,0 м и минерализация не выше 3 г/л. Для озера Судочье проводилось гидрологическое моделирование, и оно является пилотным объектом Южного Приаралья (таблица 1, 2).

### Озеро Жылтырбас.

Озеро Жылтырбас, как и Судочье, было единым целым с Аральским морем. Впоследствии, из-за понижения уровня Аральского моря, вода в Жылтырбасе полностью исчезла. Однако, благодаря проекту по созданию искусственно регулируемых водоёмов в дельте Амударьи, были предприняты усилия по удержанию речной воды в таких бывших морских заливах, как Жылтырбас. В настоящее время озеро пополняется водами Казахдарьи и нескольких термальных артезианских скважин. Строительство плотины несколько лет назад стабилизировало уровень воды в Жылтырбасе, что сделало его одним из наиболее значимых водно-болотных и рыбных угодий на фоне катастрофического усыхания других озёр Приаралья. Озеро Жылтырбас было включено в список водно-болотных угодий мирового значения, охраняемых Рамсарской конвенцией, став пятым объектом природного наследия Узбекистана в этом списке.

Таблица 1 Гидрологические данные озёр Судочье и Жылтырбас

№	Название водоёма	Площадь зеркала (км <sup>2</sup> )	Глубинаср. (м)	Объём воды (млн м <sup>3</sup> )	Дата наблюдения
1	Озеро Судочье	90	2.3	207	Июнь 2024
2	Озеро Жылтырбас	45	1.7	76	Июнь 2024

Таблица 2 Гидрохимические показатели озёр Судочье и Жылтырбас

№	Озеро	Минерализация (г/л)	pH	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (мг/л)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (мг/л)	Cl <sup>-</sup> (мг/л)	Дата
1	Озеро Судочье	10.4	8.1	4.2	450	980	Июнь 2024
2	Озеро Жылтырбас	13.6	7.8	5.0	630	1100	Июнь 2024

Анализ показывает, что мелкие озёра Южного Приаралья, включая Судочье и Жылтырбас, находятся под сильным воздействием как природных факторов (засухи, приводящие к снижению уровня воды и росту минерализации), так и антропогенных нагрузок (коллекторно-дренажный сток, загрязнение). Несмотря на усилия по стабилизации и восстановлению, гидроэкологическое состояние этих водоёмов остаётся критическим, требуя дальнейшего комплексного мониторинга и разработки мер по их сохранению.

Анализ ряда мелких озёр Южного Приаралья (озёра Судочье, Жылтырбас, Каракудук и др.) показал, что в условиях многолетней засухи (2020–2024 гг.) наблюдалось сокращение зеркальной площади озёр до 40–60% от среднегодовых значений.

Минерализация воды в ряде водоёмов превышала 10–12 г/л, что свидетельствует о высокой степени засоления. В биоценозах фиксировалось резкое снижение видового разнообразия и смещение в сторону доминирования солеустойчивых и эвтрофных форм.

Озёра, не имеющие регулярного пополнения водой (естественного или регулируемого), демонстрировали тенденцию к сезонному пересыханию и полной деградации водной биоты. Техногенная нагрузка, прежде всего в виде поступления КДВ, усиливалась процессы эвтрофикации, цветения воды, снижала прозрачность и усугубляла кислородный режим.

Оценка устойчивости показала, что только водоёмы с глубиной более 1,5 м и сезонным подпиткой (например, оз. Жылтырбас) сохраняли условно устойчивое состояние. В то время как более мелкие и замкнутые озёра, такие как Каракудук, отнесены к деградирующему типу.

**Выводы.** Устойчивость мелких озёр к засухам и техногенным нагрузкам зависит от глубины, режима питания, геоморфологических особенностей и уровня антропогенного воздействия. Основными факторами деградации являются засоление, гипертрофикация, отсутствие поступления пресной воды и загрязнение КДВ. Для повышения устойчивости озёрных экосистем необходимы: организация водообмена (подпитка, сбросы), контроль за качеством поступающих вод, применение фитомелиорации и систем очистки, мониторинг и раннее предупреждение деградации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. UNEP / CAWEP. Hydrological vulnerability of small lakes in Central Asia. 2021.
2. Алимов А.Ф. Введение в экологию водных организмов. – М.: Наука, 2018.

3. Госкомприроды РУз. Отчёт по мониторингу озёр дельты Амударьи. – Нукус, 2022.
4. Панин А.В. Методы гидрохимических исследований.-М.: Академкнига, 2019.
5. Сиддиков У.А. Экологические проблемы малых водоёмов Приаралья // Вестник экологической безопасности. – 2023. – №1. – С. 18-25.