

**ВЛИЯНИЕ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА КАЧЕСТВО ВОДЫ И
БИОТУ ОЗЁР РЕГИОНА ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ**

Р.Хожамуратова
доктор географических наук Каракалпакский
государственный университет имени Бердаха

К.Календерова
базовый докторант Каракалпакский
государственный университет имени Бердаха
e-mail: qumarqalenderova@gmail.com

Аннотация

В условиях засушливого климата и дефицита пресных водных ресурсов особое значение приобретают вопросы вторичного использования коллекторно-дренажных вод (КДВ) и их влияния на водные экосистемы. Настоящая статья посвящена анализу воздействия КДВ на гидрохимическое состояние и биоту озёр Южного Приаралья. На основе литературных источников и полевых наблюдений выявлены характерные изменения качества воды, биоразнообразия и устойчивости озёрных экосистем. Выдвинуты предложения по рациональному управлению КДВ с целью смягчения экологических последствий.

Ключевые слова: коллекторно-дренажные воды, озёра, Южное Приаралье, качество воды, гидроэкология, биота, эвтрофикация.

Introduction

Введение

Регион Южного Приаралья относится к числу наиболее уязвимых в экологическом отношении территорий Центральной Азии. Глубокие трансформации природной среды, вызванные резким сокращением площади Аральского моря, а также активное развитие ирригационного земледелия в XX веке привели к серьезным изменениям гидрологического и экологического баланса региона. Одним из ключевых антропогенных факторов, влияющих на состояние водных объектов, стало интенсивное использование воды для нужд сельского хозяйства и последующий сброс коллекторно-дренажных вод (КДВ) в природные понижения и озёра.

Коллекторно-дренажные воды представляют собой сложную смесь, содержащую остатки удобрений, пестицидов, ионы солей (натрия, хлора, сульфатов и др.), органику и биогенные элементы (азот, фосфор). Такие воды, накапливаясь в бессточных или слабопроточных озёрах, оказывают существенное влияние на гидрохимический состав воды, биологическое разнообразие, структуру биоценозов, а в ряде случаев — на возможность использования озёр в хозяйственных или экологических целях.

Особенно ярко эти процессы проявляются в дельте Амударьи, где множество малых озёр (Судочье, Жылтырбас, Машанколь и др.) оказались подвержены прямому или опосредованному влиянию КДВ. Изменение водно-солевого режима, усиление процессов эвтрофикации, развитие гипоксии и загрязнение биоты тяжёлыми металлами и биогенами становятся серьёзной угрозой экологической устойчивости региона. В некоторых случаях озёра становятся новыми очагами биоразнообразия (при контролируемом водообмене), в других — теряют способность поддерживать жизнедеятельность даже устойчивых видов. Современная гидроэкология требует комплексного подхода к изучению подобных систем — с учётом не только физико-химических показателей, но и биологических реакций водных организмов на загрязнение. При этом наблюдение за биоценозами (зоопланктон, макрофиты, бентос) играет ключевую роль в оценке экологического состояния водоёма. Целью настоящего исследования является оценка влияния коллекторно-дренажных вод на качество воды и биологические компоненты озёр региона Южного Приаралья. В статье рассматриваются изменения гидрохимических параметров, биологического разнообразия и устойчивости экосистем при различных уровнях антропогенного воздействия, предлагаются пути минимизации экологического ущерба.

Материалы и методы Объектом исследования являются озёра Южного Приаралья, в том числе Судочье, Жылтырбас, Машанколь и ряд безымянных понижений, заполненных КДВ. В рамках работы проводился обзор научных публикаций, отчётов гидрометеослужбы, а также анализ архивных и полевых данных по гидрохимическим и биологическим показателям.

Изучались следующие параметры: Физико-химические: температура, pH, электропроводность, минерализация, концентрации ионов (Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-), биогенные вещества (нитраты, фосфаты), биохимическое потребление кислорода (БПК); и Биологические: видовой состав и численность фитопланктона, зоопланктона, бентоса, водной растительности.

Основная часть Результаты проведённого анализа показывают, что коллекторно-дренажные воды (КДВ), поступающие в озёра Южного Приаралья, оказывают значительное влияние на их гидрохимическое состояние, а также на структуру и численность водной биоты. Было изучено несколько характерных водоёмов региона, включая озёра Судочье, Жылтырбас и Машанколь, находящиеся под различным уровнем антропогенной нагрузки.

Поступление КДВ в озёра приводит к значительному изменению их водно-солевого баланса. Повышенная минерализация (до 8–12 г/л) способствует изменению структуры биоты: сокращается численность пресноводных видов, увеличивается доля эвритермных и солеустойчивых организмов. В зоопланктоне наблюдается доминирование коловраток и солеустойчивых ветвистоусых рачков. Из макрофитов преобладают водоросли и растения, устойчивые к высоким концентрациям солей и биогенов. Признаки эвтрофикации выражаются в цветении воды, гипоксии и ухудшении самоочищающей способности озёр. Состояние биоценозов свидетельствует о стрессовом воздействии КДВ на экосистемы озёр. Особенно уязвимы мелководные озёра, не имеющие стока. Однако

при умеренном поступлении КДВ возможны случаи адаптации экосистем и формирования устойчивых сообществ.

Гидрохимическое состояние озёр- Анализ проб воды показал высокую минерализацию во всех исследуемых озёрах, что связано с постоянным поступлением слабо разбавленных КДВ, богатых солями и остатками агрохимикатов. Средние значения минерализации составляют от 6,3 до 11,2 г/л, что превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) для рыбохозяйственных вод в 6–10 раз. Особенно высокие значения наблюдаются в Машанколе, расположенном в наиболее низинной части региона, где происходит накопление стоков без естественного водообмена.

Показатели ионного состава (Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-}) также указывают на значительное засоление. Повышенные концентрации нитратов (до 15,3 мг/л) и фосфатов (до 0,62 мг/л) являются свидетельством поступления биогенов, вызывающих вторичную эвтрофикацию. Повышенные значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) свидетельствуют о росте органического загрязнения и усилении процессов разложения органики (таблица 1).

Таблица 1. Физико-химические параметры воды в озёрах Южного Приаралья
(средние значения за сезон)

Показатель	Судочье	Жылтырбас	Машанколь	ПДК (рыбохозяйственная)
Температура (°C)	24.3	22.7	25.1	-
pH	7.8	8.2	7.5	6.5–8.5
Минерализация (г/л)	9.5	6.3	11.2	до 1.0
Na^+ (мг/л)	1300	980	1450	200
Cl^- (мг/л)	2200	1800	2650	300
NO_3^- (мг/л)	12.5	8.9	15.3	9.0
PO_4^{3-} (мг/л)	0.45	0.38	0.62	0.3
БПК ₅ (мг/л)	7.1	6.5	8.4	до 3.0

Состояние зоопланктона и макрофитной биоты- На фоне изменений химического состава наблюдаются сдвиги в структуре водной биоты. Зоопланктон представлен, в основном, солеустойчивыми видами: преобладают коловратки (*Brachionus* spp.), веслоногие и ветвистоусые рачки (*Arctodiaptomus* spp., *Moina salina*). Общее видовое разнообразие низкое (6–12 видов на водоём), плотность — от 230 до 650 экз./л. Наиболее бедная фауна отмечена в Машанколе, где минерализация максимальна.

Макрофитная растительность также подвергается трансформации: преобладают солеустойчивые виды, такие как рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*), роголистник (*Ceratophyllum demersum*), а в некоторых озёрах развиваются водорослевые маты и нитчатые водоросли, характерные для гипертрофированных водоёмов (Таблица 2.).

Таблица 2. Видовое разнообразие зоопланктона
(число видов и плотность, экз./л)

Озеро	Кол-во видов	Преобладающие группы	Плотность (экз./л)
Судочье	12	Коловратки, веслоногие	650
Жылтырбас	8	Ракообразные, ветвистоусые	410
Машанколь	6	Коловратки, солеустойчивые	230

Процессы эвтрофикации и экологическая устойчивость- Результаты наблюдений указывают на признаки выраженной эвтрофикации в озёрах Судочье и Машанколь: наблюдаются цветение воды, резкое снижение прозрачности (до 0,4–0,6 м), утренние колебания содержания кислорода (менее 5 мг/л), а также резкие перепады pH (до 8,5–9,0). Это подтверждает стрессовое состояние экосистем и снижение самоочищающей способности водоёмов.

Наряду с этим, в озёрах с умеренным поступлением КДВ (например, Жылтырбас) наблюдаются более стабильные параметры: прозрачность выше, разнообразие зоопланктона несколько выше, эвтрофикация выражена слабо. Это может свидетельствовать о возможности адаптации озёрных экосистем к контролируемому поступлению КДВ при наличии частичного водообмена или разбавления.

Таблица 3. Оценка степени эвтрофикации озёр

Озеро	Цветение воды	Прозрачность (м)	Кислород утром (мг/л)	Эвтрофикация
Судочье	да	0.6	5.2	высокая
Жылтырбас	умеренно	1.2	6.8	средняя
Машанколь	интенсивное	0.4	4.5	высокая

Сезонные изменения также играют роль в концентрации загрязняющих веществ и активности биоты. Летом отмечаются пиковые значения температуры и ускорение процессов разложения органики, что способствует нарастанию эвтрофикации. Озёра, расположенные в понижениях без естественного оттока, более подвержены аккумуляции загрязнений и, как следствие, резкому ухудшению экологического состояния.

Таким образом, можно выделить следующие тенденции:

- чем выше минерализация и концентрация биогенов — тем беднее и однотипнее биота;
- водоёмы с частичным водообменом (естественным или искусственным) лучше сохраняют экологическое равновесие;
- КДВ могут быть использованы при условии предварительной фильтрации или биологической очистки, например, с применением водных растений. Полученные результаты согласуются с выводами предыдущих исследований, проводимых в Приаралье и на сопоставимых территориях (Сарыкамыш, Туямуюн, Аралкум), и подчёркивают необходимость внедрения комплексных систем мониторинга и регулирования качества сбрасываемых дренажных вод.

Выводы

Коллекторно-дренажные воды являются важным фактором, определяющим качество воды и состояние биоты озёр Южного Приаралья.

Воздействие КДВ приводит к повышенной минерализации и эвтрофикации, нарушая экологическое равновесие водоёмов.

Для устойчивого управления озёрными экосистемами необходим постоянный мониторинг, внедрение биофильтрационных технологий и ограничение сбросов наиболее загрязнённых вод.

В долгосрочной перспективе следует развивать системы повторного использования КДВ в сельском хозяйстве с минимальной нагрузкой на природные водоёмы.

Список использованной литературы

1. Алимов А.Ф. **Введение в экологию водных организмов.** — М.: Наука, 2018. — 376 с.
2. Исмаилов М.И., Сеитов Б.С. **Гидроэкологические проблемы водных объектов Каракалпакстана.** // Вестник экологической безопасности. — 2021. — №2. — С. 45–51.
3. Сиддигов У.А. **Коллекторно-дренажные воды как фактор трансформации экосистем Южного Приаралья.** // Aral Studies. — 2020. — №4. — С. 18–25.
4. Базарбаев Ж.А., Мусин А.М. **Экологическое состояние дельты Амударьи в условиях постаральской трансформации.** — Нукус: Каракалпакское отделение АН РУз, 2021. — 152 с.
5. Госкомэкологии Республики Узбекистан. **Отчёт по мониторингу состояния водных объектов Каракалпакстана.** — Ташкент, 2022. — 65 с.
6. Бердыев А.Ж. **Сравнительный анализ водных экосистем в зоне влияния КДВ.** // Журнал гидроэкологии. — 2023. — №1. — С. 12–19.
7. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. **Практическая гидроэкология.** Учебное пособие. — Нукус, Билим, 2012. — 81 с.
8. Хожамуратова Р.Т., Чембарисов Э.И. **Исследование гидроэкологических проблем Республики Каракалпакстан / Материалы международной конференции «Устойчивое развитие Южного Приаралья».** — Нукус, 2011. — С. 72.