УДК 574.5:639.3

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРУДОВ РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ЧИРЧИКСКОГО БАССЕЙНА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Н.О. Титова, А.Р. Курбанов, Н.К. Атабаева

В статье представлены результаты трёхлетнего (2021–2023 гг.) гидроэкологического мониторинга прудовых водоёмов тепловодного типа Чирчикского бассейна Ташкентской области. Изучены сезонные изменения температуры, pH, растворённого кислорода, азотсодержащих соединений, минерализации и ионного состава воды. Выявлена наибольшая неблагоприятная гидрохимическая нагрузка в летний период. Даны рекомендации по поддержанию устойчивости экосистем и продуктивности карповых рыб.

Ключевые слова: *гидрохимия, водоём, карповые рыбы, сезонная динамика, Чирчикский бассейн*.

Maqolada Toshkent viloyati Chirchiq havzasidagi issiq suvli hovuzlarning 2021–2023-yillarda o‘tkazilgan gidroekologik monitoringi natijalari taqdim etilgan. Suv harorati, pH, erigan kislorod, azot birikmalari, minerallashuv va ion tarkibi bo‘yicha mavsumiy o‘zgarishlar o‘rganilgan. Eng noqulay gidrokimyoviy holat yozgi davrda kuzatilgan. Ekotizim barqarorligini va karp baliqlari mahsuldorligini ta’minlash bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: *gidrokimyo, suv havzasi, karp baliqlari, mavsumiy dinamikasi, Chirchiq havzasi*.

ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура является важной отраслью продовольственной и экономической безопасности, особенно в регионах с развитым рыбоводством. Вода является ключевым компонентом экосистемы прудовых хозяйств, а её химические и биологические характеристики напрямую влияют на рост, развитие и здоровье водных организмов, в частности карповых рыб. Изменения гидрохимических показателей, вызванные как природными, так и антропогенными факторами, способны приводить к стрессовым состояниям у гидробионтов и снижению продуктивности хозяйств [5, 7].

Чирчикский бассейн, как один из значимых водных ресурсов Ташкентской области, подвергается влиянию промышленных стоков и сельскохозяйственного орошения, что может изменять химический состав воды и состояние водных экосистем. Несмотря на актуальность проблемы, комплексные данные о сезонной динамике гидрохимических и гидробиологических параметров прудовых водоёмов региона остаются ограниченными.

Целью настоящего исследования является оценка сезонных изменений гидрохимических показателей рыбохозяйственных прудов тепловодного типа Чирчикского бассейна и их влияния на условия обитания и продуктивность карповых рыб. Задачи работы включают систематическое наблюдение и анализ температуры, pH, содержания растворённого кислорода, азотсодержащих соединений, минерализации и ионного состава воды на протяжении весеннего, летнего и осеннего периодов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор гидрохимических и гидробиологических проб проводился в период с марта по ноябрь на протяжении трёх лет (2021–2023 гг.) в рыбоводческом хозяйстве Ташкентской области Чирчикского бассейна Республики Узбекистан. Исследования выполнялись на прудах тепловодного типа, используемых для выращивания карповых рыб, в условиях поликультуры.

Исследуемое рыбоводческое хозяйство расположено в пределах Чирчикского бассейна и использует воду рек Чирчик и Сырдарья. Химический состав воды данных водотоков формируется под влиянием сбросов промышленных предприятий и стока с сельскохозяйственных угодий Ташкентской области. Согласно данным гидрохимического мониторинга, качество воды рек варьирует от умеренно загрязнённой до загрязнённой и относится преимущественно к III–IV классам по индексу загрязнённости воды (ИЗВ).

В таблице 1 представлены данные по уровню загрязнения воды реки Чирчик в долях предельно допустимых концентраций (ПДК) на различных участках от истока до впадения в реку Сырдарья.

Таблица 1

Загрязнение по реке Чирчик в долях ПДК*

Пункт	минерализация	сульфаты	фенолы	медь	нитриты
Выше г. Газалкент	0,2	0,2	1,3	1,1	0,4
Ниже г. Газалкент	0,2	0,3	2	1,2	0,3
Выше г. Чирчик	0,4	0,9	2,3	2	0,2
Ниже ПО «Электрохимпром»	0,3	0,5	2,8	1,9	8,5
Троицкий створ	0,2	0,5	1,6	1,7	3,5
Выше г. Ташкент	0,3	0,6	2	2,6	6,1
Ниже г. Ташкент	0,4	0,7	2,6	2,1	2
пос. Улугбек (Новомихайловка)	0,4	0,7	3,5	2,1	0,7
г. Чиназ	0,8	3,1	6,2	2,5	1,4

** Открытые данные Узгидромета.*

Наибольшие значения загрязняющих веществ зафиксированы в районах ниже промышленных объектов, где вода относится к IV классу качества. На остальных участках качество воды соответствует II–III классам, что характеризуется как чистая и умеренно загрязнённая вода.



Рисунок 1 – Расположение рыбоводческого хозяйства в пределах Чирчикского бассейна.
**Источник: спутниковые данные Google Earth.*

По видовому составу выращиваемых рыб исследуемое хозяйство относится к тепловодным. Основными объектами аквакультуры являются представители семейства карповых (Cyprinidae): белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*), пёстрый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*), карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*), белый амур (*Ctenopharyngodon idella*) [5, 7].

Гидрохимические исследования включали определение температуры воды, активной реакции среды (pH), содержания растворённого кислорода, нитритов, аммонийного азота, аммиака, общей минерализации, общей жёсткости, концентраций кальция, магния, щёлочности и хлоридов. Отбор и анализ проб проводились по общепринятым методикам, применяемым в гидроэкологическом мониторинге рыбоводных водоёмов [1, 2, 3].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2021–2023 гг. на прудах исследуемого хозяйства проводился комплексный гидроэкологический мониторинг, направленный на оценку сезонной динамики гидрохимических показателей водной среды и их влияния на условия обитания карповых рыб. Анализ охватывал весенний, летний и осенний периоды и включал определение температурного режима, кислотности воды, содержания растворённого кислорода, азотсодержащих соединений, а также показателей минерализации и ионного состава.

Результаты гидрохимических анализов за весенний период 2021–2023 гг. представлены в таблице 2.

Таблица 2

Данные по гидрохимическому составу воды в прудах ООО «ТСТ FISH-CLUSTER» в весенний период с 2021 года по 2023 год

Определяемые показатели	5 отсек			8 верхний нагульный			1А Сырдарья			Отстойник		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Температура воды	24	22,5	26	22	21,9	24	21,8	22,1	24,5	21	21,8	21
pH	9,0	9,25	7,3	8,3	8,1	7,8	8,6	8,2	8,1	9,25	8,6	7,3
Кислород (O_2), мг/л	10,03	10,03	5,4	10,9	10,7	5,6	10,4	10,4	4,2	10,4	10,4	4,4
Нитриты (NO_2), мг/л	0,004	0,004	0,001	0,04	0,04	0,001	0,004	0,004	0,001	0,02	0,004	0,001
Азот аммонийный	0,2	0,2	-	0,4	0,4	-	0,2	2,0	-	2,0	0,2	-
Аммиак, мг/л	-	0,34	-	-	0,007	-	-	0,34	-	-	0,048	-
Минерализация	-	-	0,51	-	-	0,43	-	-	0,64	-	-	0,48
Общая жёсткость	-	-	10,5	-	-	8,4	-	-	8,9	-	-	10,7
Кальций	-	-	78,2	-	-	68,1	-	-	72,1	-	-	86,2
Магний	-	-	80,3	-	-	60,8	-	-	64,5	-	-	77,8
Щелочность	-	-	4,4	-	-	4,4	-	-	3,8	-	-	6
Хлориды	-	-	92	-	-	50,6	-	-	79	-	-	60

**- отсутствие данных по этому показателю.*

Весенний период характеризовался относительно стабильными гидрохимическими условиями (табл. 2). Температура воды в исследуемых прудах колебалась в пределах 21,0–26,0 °C. Значения pH варьировали от слабощелочных до щелочных (7,3–9,25). Содержание растворённого кислорода в 2021–2022 гг. находилось на высоком уровне (10,03–10,9 мг/л), однако в 2023

г. отмечено его снижение до 4,2–5,6 мг/л, что приближалось к нижней границе оптимума для карповых рыб. Концентрации нитритов и аммонийного азота оставались в пределах допустимых значений и не представляли угрозы для гидробионтов. Минерализация воды составляла 0,43–0,64 г/л, что соответствует условиям пресноводных рыбоводных водоёмов. В то же время выявлено превышение нормативных значений по общей жёсткости (8,4–10,7 мг-экв/л), кальцию и особенно магнию, концентрации которого достигали 80,3 мг/л. Содержание хлоридов находилось в диапазоне 50,6–92 мг/л и требовало дальнейшего наблюдения.

Данные гидрохимических анализов за летний период 2021–2023 гг. представлены в таблице 3.

Таблица 3

Данные по гидрохимическому составу воды в прудах ООО «ТСТ FISH-CLUSTER» в летний период с 2021 года по 2023 год

Определяемые показатели	5 отсек			8 верхний нагульный			1А Сырдарья			Отстойник		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Температура воды	31,8	29,3	24	31,1	29	23	32,6	28,9	25	32,1	29,2	24
pH	9,84	6,8	6,5	6,26	7	6,7	8,6	7	7	9,74	6,8	7
Кислород (O_2), мг/л	10	5,5	8	4,66	4,3	7	8,6	5,8	8	7,25	3,9	6
Нитриты (NO_2), мг/л	-	0,49	0,004	-	0,49	0,004	0,02	0,52	0,002	-	0,54	0,004
Азот аммонийный	2,0	0,9	0,4	4,0	2,3	0,4	2,0	0,8	0,2	2,0	1,3	0,2
Аммиак, мг/л	1,78	0,06	0,002	0,003	0,1	0,001	0,57	0,07	0,001	1,78	0,05	0,001
Минерализация	-	-	0,42	-	-	0,34	-	-	0,46	-	-	0,33
Общая жёсткость	6,6	-	8	9,0	-	7	8,1	-	10	7,6	-	7
Кальций	-	-	50,1	-	-	60,12	-	-	60,12	-	-	80,16
Магний	-	-	66,88	-	-	48,64	-	-	85,12	-	-	36,48
Щелочность	-	-	4,6	-	-	3,6	-	-	4	-	-	6
Хлориды	-	44	100	-	40	130	-	48	80	-	40	70

**- отсутствие данных по этому показателю.*

Летний период отличался наиболее выраженной нестабильностью гидрохимического режима (табл. 3). Температура воды в 2021–2022 гг. достигала 31,1–32,6 °C, что превышает оптимальные значения для карповых рыб и усиливает их метаболическую нагрузку. В 2023 г. наблюдалось снижение температуры до 23–25 °C. Содержание растворённого кислорода варьировало в широких пределах (3,9–10,0 мг/л), при этом в отдельных водоёмах фиксировались критически низкие значения. Концентрации нитритов в целом соответствовали допустимым нормам, однако содержание аммонийного азота в 2021–2022 гг. достигало 1,3–4,0 мг/л, а аммиака — до 1,78 мг/л, что указывает на неблагоприятные условия для рыб. Минерализация воды оставалась на удовлетворительном уровне (0,33–0,46 г/л). Общая жёсткость, а также содержание магния (до 85,12 мг/л) и хлоридов (до 130 мг/л) свидетельствовали о повышенной минерализации и потенциальном стрессовом воздействии на гидробионтов. Совокупность факторов — высокая температура и дефицит кислорода — способствовала развитию стрессовых состояний у рыб и поражению тканей.

Данные гидрохимических анализов за осенний период 2021–2023 гг. представлены в таблице 4.

Таблица 4

Данные по гидрохимическому составу воды в прудах ООО «ТСТ FISH-CLUSTER» в осенний период с 2021 года по 2023 год

Определяемые показатели	5 отсек			8 верхний нагульный			1А Сырдарья			Отстойник		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Температура воды	16,2	16,9	13,5	14,6	16,9	13,4	16,7	16,5	13,5	15,4	16,7	13,6
pH	9,2	6,8	6,8	9,1	6,9	7	9,2	7,2	6,9	8,9	6,5	6,8
Кислород (O_2), мг/л	5,6	10,27	5,2	7,7	5,1	4,4	7,2	10,5	3,2	7,5	10	4,6
Нитриты (NO_2), мг/л	0,02	0,07	0,02	0,02	0,07	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,001	0,07
Азот аммонийный	0,08	-	0,08	0,08	0,4	0,08	0,08	-	0,08	0,08	-	0,08
Аммиак, мг/л	0,023	-	-	0,022	0,001	-	0,023	-	-	0,017	-	-
Минерализация	-	0,42	0,57	-	0,38	0,56	-	0,26	0,6	-	0,41	0,53
Общая жёсткость	-	-	9,8	-	-	9,3	-	-	10,5	-	8,5	9,5
Кальций	-	-	102,2	-	-	98,2	-	-	96,2	-	126,3	110,2
Магний	-	-	57,1	-	-	53,5	-	-	69,3	-	26,8	48,64
Щелочность	-	-	5,2	-	-	5	-	-	5,4	-	6,8	7
Хлориды	-	-	67	-	-	50,6	-	-	64	-	50,5	50,4

**- отсутствие данных по этому показателю*

Осенний период характеризовался относительной стабилизацией гидрохимических показателей (табл. 4). Температура воды снижалась до 13,4–16,9 °C, что является благоприятным условием для физиологического состояния карповых рыб. Концентрация растворённого кислорода находилась в диапазоне 4,4–10,5 мг/л, однако в отдельных случаях приближалась к минимально допустимым значениям. Содержание азотсодержащих соединений, минерализация и уровень хлоридов в целом соответствовали нормативам. В то же время сохранялись повышенные значения общей жёсткости, кальция и магния, что указывает на устойчивую специфику ионного состава воды в исследуемых прудах.

В таблице 5 представлено влияние ключевых гидрохимических показателей воды прудов Чирчикского бассейна на состояние карповых рыб.

Таблица 5

Влияние ключевых гидрохимических показателей воды прудов Чирчикского бассейна на состояние карповых рыб [4, 6]

Гидрохимический показатель	Оптимальные условия для карповых	Влияние отклонений на рыбу	Конкретные эффекты
Температура воды	22–28 °C	Слишком высокая или низкая	Высокая: стресс, снижение кислорода, повышенная восприимчивость к болезням; низкая: замедление роста, снижение аппетита
pH воды	6,5–8,0	Кислый (<6) или щёлочной (>9)	Кислый: раздражение жабр, снижение иммунитета; щёлочной: усиление токсичности аммиака, стресс, снижение выживаемости
Растворённый кислород (DO)	5–8 мг/л	<5 мг/л	Гипоксия, снижение кормления и роста, повышение заболеваемости, стресс
Нитриты (NO_2^-)	<0,1 мг/л	Превышение ПДК	Метгемоглобинемия, нарушение дыхания, снижение выживаемости
Аммонийный азот (NH_4^+/NH_3)	NH_3 < 0,02 мг/л	Превышение ПДК	Токсическое поражение жабр, стресс, потеря аппетита, смертность
Общая минерализация / жёсткость (Ca^{2+}, Mg^{2+})	Средняя жёсткость (50–200 мг/л)	Слишком мягкая или слишком жёсткая	Мягкая: проблемы осморегуляции; жёсткая: накопление токсичных элементов, возможные нарушения метаболизма
Щёлочность (CO_3^{2-}, HCO_3^-)	2–6 ммоль/л	Низкая или высокая	Низкая: колебания pH, стресс; высокая: нарушение обмена и роста при избытке щёлочи
Хлориды (Cl^-)	<50 мг/л	Превышение	Осмотический стресс, раздражение жабр, снижение роста

Гидрохимический режим воды прудов непосредственно влияет на физиологическое состояние, рост и выживаемость карповых рыб. Таблица 5 систематизирует основные показатели воды и их влияние на выращиваемые виды: белого и пёстрого толстолобика, карпа обыкновенного и белого амура.

Оптимальные значения температуры, pH и растворённого кислорода обеспечивают нормальное дыхание, обмен веществ и активное питание. Превышение концентрации нитритов и аммонийного азота вызывает токсический стресс, поражение жабр и снижение выживаемости. Жёсткость и минерализация воды поддерживают осморегуляцию и нормальный метаболизм, а отклонения от нормы могут приводить к нарушению роста и здоровья рыб. Контроль этих показателей позволяет прогнозировать продуктивность хозяйств и своевременно корректировать условия содержания для поддержания стабильной экосистемы.

Таким образом, результаты гидроэкологического мониторинга показали выраженную сезонную изменчивость гидрохимических условий, наиболее неблагоприятную в летний период. Для повышения устойчивости экосистемы прудов и продуктивности рыб рекомендуется усиление проточности воды, а также систематический контроль ключевых гидрохимических показателей.

Проведённый трёхлетний гидроэкологический мониторинг рыбохозяйственных прудов Чирчикского бассейна позволил выявить значительную сезонную динамику гидрохимических показателей, влияющих на состояние карповых рыб. Наибольшие неблагоприятные изменения наблюдались в летний период, когда сочетание высокой температуры воды и низкого содержания растворённого кислорода создаёт стрессовые условия для рыб, усиливает метаболическую нагрузку и повышает вероятность поражения тканей [6].

Сравнение с нормативными значениями показателей гидрохимии свидетельствует о том, что концентрации аммонийного азота и аммиака в отдельных прудах летом приближаются к критическим уровням, что требует постоянного контроля. Кроме того, наблюдаемые превышения общей жёсткости и концентраций магния и хлоридов мо-

гут оказывать долгосрочное влияние на здоровье и продуктивность карповых. Весной и осенью гидрохимические условия более благоприятны, что подтверждает необходимость сезонного подхода к управлению водоёмами.

Результаты исследования согласуются с данными других авторов о том, что летний период является критическим для водоёмов тепловодного типа, и что поддержание оптимальных гидрохимических условий требует активного вмешательства, включая увеличение проточности воды и регулирование её химического состава. Полученные данные могут использоваться для разработки рекомендаций по рациональному водообеспечению и улучшению условий аквакультуры в прудовых хозяйствах региона [3, 4, 8].

ВЫВОДЫ

1. В прудах Чирчикского бассейна выявлена выраженная сезонная изменчивость гидрохимических показателей воды, с наибольшей неблагоприятной нагрузкой в летний период.

2. Летние температуры воды и дефицит растворённого кислорода создают стрессовые условия для карповых рыб, усиливая метаболическую нагрузку и повышая риск поражения тканей.

3. Концентрации аммонийного азота, аммиака, общей жёсткости, магния и хлоридов в отдельные периоды превышают оптимальные значения для карповых рыб и требуют систематического мониторинга.

4. Для поддержания устойчивости экосистем и продуктивности прудов рекомендуется усиление проточности воды, регулярный контроль гидрохимических параметров и проведение корректирующих мер в критические сезоны.

5. Полученные данные могут быть использованы для разработки практических рекомендаций по управлению водоёмами тепловодного типа и повышению эффективности аквакультуры в регионе.

Литература:

1. *Алабастер Дж., Ллойд Р.* Критерии качества воды для пресноводных рыб. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344 с.

2. *Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А.* Руководство по химическому анализу вод суши. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. – 385 с.

3. *Брагинский Л.П.* Оценка качества вод природных водоёмов по токсикологическим показателям // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. – Ленинград, 1981. С. 201–206.

4. *Головин П.П.* Проблемы стресса у рыб в пресноводной аквакультуре: способы диагностики и коррекции // Болезни рыб. Сб. научн. трудов ВНИИПРХ. – Москва: Компания Спутник, 2004. – С. 54-61.

5. *Камилов Б.Г., Мустафаева З.А., Мирзаев У.Т.* Выращивание карпа методами аквакультуры. // “Балиқчилик тармоғини ривожлантиришнинг меъёрий-ҳуқуқий, ташкилий-иқтисодий, ахборот-таҳлил ва молия-кредит механизмларини такомиллаштириш” мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Тошкент: ТДАУ, 2018. – С. 90–95.

6. *Курбанов А.Р., Титова Н.О., Атабаева Н.К.* Влияние экологических факторов на состояние здоровья карповых рыб, выращиваемых в прудовом хозяйстве Ташкентской области // Сборник материалов конференции “Зоологическая наука Узбекистана: проблемы и перспективы развития”. – Ташкент, 2023. – С. 236-240

7. *Курбанов А.Р., Убайдуллаев О., Маманов Ш., Хужаматов И.* Тупроқли ҳавзаларда майда балиқчалар (бир ойлик) етиштириш бўйича мавсумий технологик тавсиялар // Agro ilm, 2021. – №3. – Б. 60-62.

8. *Смирнова Н.В., Лозовская М.В.* Влияние различных концентраций кислорода, диоксида углерода, аммиака на выживаемость осетровых рыб и пути ее повышения // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 5. [Электронный ресурс]. URL: https://s.science-education.ru/pdf/2011/5/85.pdf

9. *Титова Н.О., Курбанов А.Р., Рахимжанова Э.Х.* Оценка воздействия различных видов биоудобрений, применяемых для увеличения естественной кормовой базы прудов на качество водной среды // Agro ilm, 2023. – №4. – С. 56-58.

10. *Titova N.O*. Assessment of the current state of pond ecosystems in the Tashkent region by hydroecological indicators // Cahiers Magellanes-NS, 2024. – №2(6). – P. 151-169.

11. *Zonneveid N*. The spawning season and relation between temperature and stripping time of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) in Egypt. – Israeli Journal of Aquaculture. – Bamidgeh, 1991. – №1. – P. 21–28.

HYDROCHEMICAL REGIME OF FISH FARM PONDS IN THE CHIRCHIK BASIN, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Natalya O. Titova[1], Abdulla R. Kurbanov[1], Nargis K. Atabaeva[2]

Ilmiy xabarnoma. Seriya: Biologik tadqiqotlar – Scientific Bulletin. Series: Biological Research. 2025. 8(92). 66-74.

[1]Research Institute of Fishery, 110808, Tashkent, Yangiyul District, Chirchik Street, MFY Kukalamzor, 1 (Uzbekistan). E-mail: uzfishery@mail.ru

[2]National University of Uzbekistan, 100174, Tashkent, Almazar District, Universitet Street, 4 (Uzbekistan). E-mail: devonxona@nuu.uz

Keywords: *hydrochemistry, pond, carp species, seasonal dynamics, Chirchik Basin.*

This study presents the results of a three-year (2021–2023) hydroecological monitoring of warm-water pond systems in the Chirchik Basin, Tashkent Region, Uzbekistan. The main objective was to assess the seasonal dynamics of key hydrochemical parameters and their impact on the environmental conditions for carp species (Cyprinidae). The research aimed to identify critical periods of stress for aquaculture species and to provide recommendations for maintaining ecosystem stability and fish productivity.

Monitoring was conducted on multiple fish farm ponds supplied by the Chirchik and Syrdarya rivers, which are influenced by both industrial discharges and agricultural runoff. Water samples were collected from March to November annually and analyzed for temperature, pH, dissolved oxygen, nitrite nitrogen, ammonium nitrogen, ammonia, total mineralization, general hardness, calcium, magnesium, alkalinity, and chloride concentrations. Standard hydroecological methods were applied for sample collection and analysis.

The results indicate pronounced seasonal variability in hydrochemical conditions. Spring and autumn were characterized by relatively favorable water quality, with adequate oxygen levels and moderate mineral content. In contrast, the summer period exhibited the highest hydrochemical stress, combining elevated water temperatures, low dissolved oxygen concentrations, and increased levels of ammonium and ammonia, which can adversely affect carp metabolism and health. Elevated general hardness, magnesium, and chloride concentrations further contribute to stress in fish during this period.

Based on these findings, it is recommended to enhance water flow and regularly monitor hydrochemical parameters, particularly during the critical summer months. These measures will support the stability of pond ecosystems and improve the productivity and health of carp species in warm-water aquaculture systems. The study provides practical guidance for managing pond water quality and mitigating seasonal stressors in aquaculture.

References:

1. Alabaster, J., Lloyd, R. (1984). *Kriterii kachestva vody dlya presnovodnykh ryb* [Water quality criteria for freshwater fish]. Moscow: Legkaya i pishchevaya promyshlennost.

2. Alekin, O. A., Semenov, A. D., Skopintsev, B. A. (1987). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi* [Guide to the Chemical Analysis of Land Waters]. Leningrad: Gidrometeoizdat.

3. Braginskiy, L.P. (1981). Otsenka kachestva vod prirodnykh vodoemov po toksikologicheskim pokazatelyam [Assessment of the water quality of natural reservoirs based on toxicological indicators]. In: *Nauchnye osnovy kontrolya kachestva poverkhnostnykh vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam* [Scientific basis for monitoring the quality of surface waters using hydrobiological indicators]. Leningrad. Pp. 201-206.

4. Golovin, P. P. (2004). Problemy stressa u ryb v presnovodnoy akvakulture: sposoby diagnostiki i korrektsii [Stress problems in fish in freshwater aquaculture: methods of diagnosis and correction]. In: *Bolezni ryb* [Fish diseases]. *Collection of scientific papers.* Moscow: Sputnik Company. Pp. 54-61.

5. Kamilov, B.G., Mustafaeva, Z.A., & Mirzaev, U.T. (2018). Vyrashchivanie karpa metodami akvakultury [Carp farming using aquaculture methods]. In: '*Baliqchilik tarmog'ini rivojlantirishning me'yoriy-huquqiy, tashkiliy-iqtisodiy, axborot-tahlil va moliya-kredit mexanizmlarini takomillashtirish'* [Improving regulatory, legal, organizational, economic, information, analytical, and financial and credit mechanisms for the development of the fishing industry]. Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference. Tashkent: TSAU Publishing House. Pp. 90-95.

6. Kurbanov, A.R., Titova, N.O., Atabaeva, N.K. (2023). Vliyanie ekologicheskikh faktorov na sostoyanie zdorovya karpovykh ryb, vyrashchivaemykh v prudovom khozyaystve Tashkentskoy oblasti [The influence of environmental factors on the health of carp fish grown in pond farms in the Tashkent region]. In: *Zoologicheskaya nauka Uzbekistana: problemy i perspektivy razvitiya* ['Zoological science of Uzbekistan: problems and development prospects]. Collection of materials from the conference. Toshkent. Pp. 236-240.

7. Kurbanov, A.R., Ubaydullaev, O., Mamanov, Sh., Khuzhamatov, I. (2021). Tuproqli havzalarda mayda baliqlar (bir oylik) yetishtirish bo'yicha mavsumiy texnologik tavsiyalar [Seasonal technological recommendations for growing small fish (one month old) in soil ponds]. *Agro ilm*, 3, Pp. 60-62.

8. Smirnova, N.V., Lozovskaya, M.V. (2011). Vliyanie razlichnykh kontsentratsiy kisloroda, dioksida ugleroda, ammiaka na vyzhivaemost osetrovykh ryb i puti ee povysheniya [The influence of different concentrations of oxygen, carbon dioxide, ammonia on the survival of sturgeon fish and ways to improve it]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 5. [Online]. URL: https://s.science-education.ru/pdf/2011/5/85.pdf

9. Titova, N.O., Kurbanov, A.R., Rakhimzhanova, E.Kh. (2023). Otsenka vozdeystviya razlichnykh vidov bioudobreniy, primenyaemykh dlya uvelicheniya estestvennoy kormovoy bazy prudov, na kachestvo vodnoy sredy [Evaluation of the impact of various types of biofertilizers used to increase the natural food supply of ponds on the quality of the aquatic environment]. *Agro ilm*, 4, Pp. 56-58.

10. Titova, N. O. (2024). Assessment of the current state of pond ecosystems in the Tashkent region by hydroecological indicators. *Cahiers Magellanes-NS*. 6(2). Pp. 151-169.

11. Zonneveld, N. (1991). The spawning season and relation between temperature and stripping time of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) in Egypt. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh.* 1. Pp. 21-28.

Сведения об авторах:

ТИТОВА Наталья Олеговна – младший научный сотрудник, временно исполняющий обязанности заведующей лабораторией «Рыболовство в естественных водоемах» Научно-исследовательского института рыбоводства. E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

КУРБАНОВ Абдулла Рухуллаевич – PhD, старший научный сотрудник, директор Научно-исследовательского института рыбоводства. E-mail: kurbanov19859@mail.ru

АТАБАЕВА Наргис Каримовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Экология» Национального университета Узбекистана. E-mail: atabaeva_nargis@inbox.ru