

Г.К. Хасенгазиева¹ , Н.Ш. Мамилов^{1,2} 

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²Или-Балхашский государственный природный резерват, Казахстан, г. Балхаш

e-mail: mamilov@gmail.com

РАЗНООБРАЗИЕ ГИДРОБИОНТОВ ДЕЛЬТЫ Р. ИЛЕ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕЙСЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Дельта р. Иле является одним из крупнейших ветландов Азии. Состояние экосистем этой дельты и прилегающей территории начало вызывать тревогу более 30 лет назад. В 2018 г. восточная часть дельты была включена в территорию Балхаш-Илийского государственного природного резервата. Целью проведенного исследования являлось выяснение современного разнообразия гидробионтов. Сбор материала был проведен весной и летом 2019 г. по стандартным гидробиологическим методикам. Были исследованы биотопы различного типа: река, пойменные разливы, прибрежная часть озера Балхаш. Было установлено высокое содержание аммония на всех исследованных участках весной 2019 г. В составе фитопланктона установлено наличие 31 вида, в составе зоопланктона – только 2, в составе бентоса – 12 видов. Ихтиофауна состоит из 16 видов, на мелководьях преобладают 6 короткоциклических непромысловых видов. В целом выявленное разнообразие гидробионтов всех групп оказалось значительно меньше существовавшего в докризисный период. Сложившееся разнообразие указывает на неблагоприятное состояние экосистемы дельты р. Иле. Полученные нами данные служат базовой точкой для оценки мероприятий по сохранению и восстановлению естественных природных экосистем дельты.

Ключевые слова: дельта р. Иле, гидробионты, планктон, бентос, ихтиофауна.

G.K. Khassengaziyeva¹, N.Sh. Mamilov^{1,2}

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhtan, Almaty

²Ili-Balkhash State Nature Reserve, Kazakhtan, Balkhash

e-mail: mamilov@gmail.com

Diversity of hydrobionts in delta of the Ile river in changing human impact

Delta of the Ile River is one of the biggest wetlands of Asia. State of ecosystems of the delta and adjacent territories was reported as threatened about 30 years ago. Eastern part of the delta was included in protected area of the Ili-Balkhash State Nature Reserve in 2018 only. Analysis the modern diversity of water organisms was the aim of our investigation. Samples collecting had been done in spring and summer 2019 with common methods of hydrobiological investigations. Different kinds of habitats like river, floodplain lakes and the lakeside were investigated. High concentrations of ammonia were revealed in different part of the delta as well as in the lake in spring. Checklist of phytoplanktons, zooplanktons and benthos consisted from 31, 2 and 12 species respectively. Fishes were presented with 16 alien species; between them 6 short living and noncommercial fish species were the most common in the delta. The modern diversity of hydrobionts is much less in contrast to the period before strong human impact, and indicate poor state of water ecosystems of the delta. The obtained data is started point for long term monitoring and assessment of effectiveness of wildlife management and actions for rehabilitations of natural ecosystems of the Ile delta.

Key words: delta of the Ile River, hydrobionts, plankton, benthos, ichthyofauna.

Г.К. Хасенгазиева¹, Н.Ш. Мамилов^{1,2}

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

²Іле-Балхаш мемлекеттік табиғи резерваты, Қазақстан, Балхаш
e-mail: mamilov@gmail.com

Өзгермелі антропогенді жүктеме жағдайындағы Іле өзеніндегі гидробионттар алуантүрлілігі

Іле өзені Азияның ең ірі ветландтарының бірі. Дельта мен іргелес аумақтың экожүйелерінің жағдайы осыдан 30 жыл бұрын дабыл қаға бастады. 2018 жылы дельтаның шығыс бөлігі Балқаш-Іле мемлекеттік табиғи резерватының аумағына енгізілді. Жүргізілген зерттеудің мақсаты гидробионттардың заманауи алуантүрлілігін анықтау болды. Стандартты гидробиологиялық әдістемелер бойынша материалдарды жинау 2019 жылдың көктемінде және жазында жүргізілді. Әр түрлі биотоптар зерттелді: өзен, Балқаш көлінің жағалау бөлігі. 2019 ж. көктемінде барлық зерттелген учаскелерде аммонийдің құрамы жоғары екендігі анықталды. Фитопланктон құрамында 31 түр бар, зоопланктон құрамында – тек 2 ғана, бентос құрамында – 12 түр бар. Таяз сулардағы балықтардың түрлік алуантүрлілігі көбінесе қысқа циклды кәсіптік емес 6 балықтан тұрады. Жалпы барлық топтағы гидробионттардың анықталған алуантүрлілігі дағдарысқа дейінгі кезеңде болған түрлерден айтарлықтай аз болды. Қалыптасқан алуантүрлілік Іле өзені дельта экожүйесінің қолайсыз жағдайын көрсетеді. Біз алған деректер дельтаның табиғи экожүйелерін сақтау және қалпына келтіру жөніндегі іс-шараларды бағалау үшін базалық нүкте болып табылады.

Түйін сөздер: Іле өзені дельтасы, гидробионт, планктон, бентос, ихтиофауна.

Введение

Пресноводные экосистемы являются наиболее уязвимым компонентом биосферы в связи с ограниченностью этого ресурса и его решающим значением для всех форм жизни [1-3]. Для Центральной Азии проблема загрязнения пресноводных водоемов имеет особую актуальность в связи с ограниченностью водных ресурсов, трансграничным расположением бассейнов основных рек, низкой обеспеченностью населения рыбной продукцией [4].

Состояние естественных экосистем Южного Прибалхашья, и особенно дельты р.Иле, начало вызвать тревогу уже в 1980-х годах [5-7]. Однако в течение последующих 30 лет эффективных мероприятий по сохранению естественного биологического разнообразия и благоприятной для человека окружающей среды не проводилось, несмотря на постоянные напоминания специалистов-биологов [8-10]. Лишь спустя 30 лет после постановки проблемы, в 2018 г. было принято решение о создании Или-Балхашского государственного природного резервата.

Для оценки качества воды могут применяться аналитические методы определения содержания вредных веществ. Такие методы применяются для оценки качества воды в конкретном водоеме с заранее известным источником и временем загрязнения, поскольку требуют дорогостоящего оборудования и соответствующей квалификации операторов. Разнообразие вредных веществ, вы-

деляемых людьми в окружающую среду, делает такой мониторинг бессмысленным, если не известен конкретный источник и тип загрязнения. Поэтому всё больше применяется интегральная оценка природной среды, позволяющая по анализу “здоровья” организмов и популяций, входящих в тестируемую экосистему, осуществлять контроль за изменениями естественной среды при любых видах антропогенного воздействия (фоновый мониторинг), выявлять изменения во времени в одной и той же экосистеме при возрастании или уменьшении любого воздействия (временной мониторинг) [1, 2, 11-13].

Целью проведенного нами исследования являлось изучение современного разнообразия водных организмов на территории вновь организованного резервата. Эти данные являются необходимой основой для мониторинга состояния экосистем и оценки эффективности проводимых мероприятий по сохранению естественного биоразнообразия.

Материалы и методики

Полевые исследования и отбор образцов проводились в мае и июле 2019 г. на участках Когалы Иик (N 46°18.769' E 074°51.626'), Арыстан (N 45°48.571' E 074°38.552') и Коскумбез (N 45°33.015' E 074°53.716'). В летний период также был проведен отбор образцов на участке Нарын (N 45°51.684 E 074°48.104). Аквальные биотопы на территории резервата представлены большим

разнообразием: пелагиаль самого озера Балхаш и прибрежные заливы и лиманы (участок Когалы Иик); основное русло с обрывистыми берегами, омутами, быстрым течением – «канального»

типа (участок Арыстан); широкое меандрирующее русло с мелководными разливами, глубокими заводьями и пойменными озерами (участок Коскумбез).

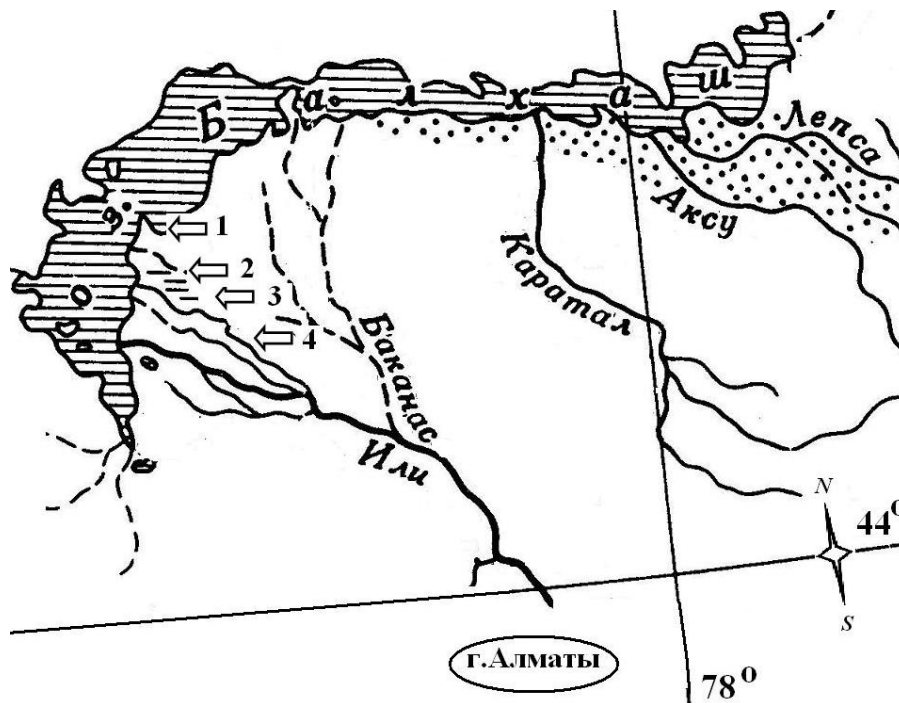


Рисунок 1 – Карта-схема района исследований:
1 – Когалы Иик; 2 – Нарын; 3 – Арыстан; 4 – Коскумбез

Цвет и запах воды определялись органолептически; прозрачность – с помощью диска Секки. Остальные параметры определялись с использованием оборудования фирмы “Hanna Instruments”: температура, минерализация и pH – по показаниям прибора Combo pH & EC, мутность – по показаниям турбидиметра, содержание аммония в воде – по “HI 96700. Ammonia LR”; содержание нитратов в воде – Nitrate portable photometer HI96728.

Отбор проб осуществлялся в соответствии с руководствами [14, 15]. Всего было отобрано 19 проб по фито- и зоопланктону и 9 проб по бентосу. Сбор проб макрозообентоса осуществлялся дночерпателем с площадью 1\40 м² и смывом с водных растений. Для отлова рыб использовали мальковый бредень и сачок.

Результаты и обсуждение

Физико-химические показатели воды в разные сезоны представлены в таблицах 1 и 2. В

весенний период на всех станциях обнаружено присутствие ионов аммония (NH₄⁺) в концентрациях выше ПДК для рыбохозяйственных водоемов [16], что указывает на антропогенное загрязнение среды обитания рыб. Ионы аммония являются токсичными для всех видов рыб. Присутствие ионов аммония в таких концентрациях в местах размножения рыб значительно снижает эффективность мероприятий по охране воспроизводства ценных пород рыб.

В летний период ионы аммония продолжали сохраняться в водных биотопах на станциях Когалы Иик и Коскумбез, но их концентрация была ниже ПДК для рыбохозяйственных водоемов. На станциях Арыстан и р.Иле в районе г.Баканас было установлено присутствие нитрат-ионов, также указывающих на антропогенное загрязнение воды.

Представленные в таблицах 1 и 2 данные показывают большое разнообразие абиотических условий водных биотопов. Данные по разнообразию фитопланктона представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Физико-химические показатели воды весной 2019 г. (максимальные значения)

Показатель	Участки		
	Когалы Иик	Арыстан	Коскумбез
Температура, °C	13.9	17.3	15.5
Цвет	Серо-голубой	Зелено-коричневый	Серо-зелёно-голубая
Запах	Нет	Нет	Нет
Мутность, FTU	19.69 – открытая часть озера; 22.97 – побережье; 1.68 – зеркало за стеной тростника	25.53-27.07 – основное русло; 17.17 – заводь за тростником	45.25-47.80 – основное русло; 3.87 – пойменное озерко за стеной тростника и рогаза
Прозрачность	≥1.5 м	0.4 м	≥0.7 м
pH	8.72	8.03	8.41
Минерализация, ppm	1056	265-267	235-237
NH ₄ ⁺ , мг/л	1.69	0.62	≥3.00

Таблица 2 – Физико-химические показатели воды летом 2019 г. (максимальные значения)

Показатель	Участки			
	Когалы Иик	Арыстан	Коскумбез	Нарын
Температура, °C	24.1	25.6	30.4	28.6
Цвет	Серо-голубой	Серо-зелено-голубая	Серо-зелёно-голубая	Светло-жёлтый
Запах	Нет	Нет	Слабый болотный	Без запаха
Мутность, FTU	48.86 – открытая часть озера (волны); 4.80 – зеркало за стеной тростника	30,07	3,52	1,90
Прозрачность	0.5 и ≥1.5 м	0.7 м	≥1.5 м	≥1.8 м
pH	7.98	8.06	8.56	9.27
Минерализация, ppm	1219	248	674	226
NH ₄ ⁺ , мг/л	0.01	0	0.03	0
NO ₃ ⁻ , мг/л	0.00	0.4	0	0

Таблица 3 – Разнообразие фитопланктона весной и летом 2019 г.

Таксоны	Коскумбез		Арыстанды		Когалы-Иик		Нарын
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Oscillatoria sp</i>	0	0	+	+	+	+	+
<i>Merismopedia punctata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Microcystis sp. (pulverea)</i>	0	0	+	+	+	+	+
<i>Aphanothece sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anabaena sp.</i>	0	0	+	+	+	+	0
<i>Mougeotia</i>	0	0	0	0	+	+	+
<i>Tabellaria fenestrata</i>	0	0	+	+	+	+	+
<i>Melosira</i>	0	0	0	0	+	+	+
<i>Amphora ovalis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+	+	+	0	0	0

Таксоны	Коскумбез		Арыстанды		Когалы-Иик		Нарын
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Fragilaria crotonensis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Zygnema sp.</i>	0	0	+	+	+	+	0
<i>Spirogyra sp.</i>	0	0	+	+	+	+	0
<i>Desmidium schwartzii</i>	0	0	+	+	+	+	+
<i>Binuclearia lauterbornii</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Synedra acus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Synedra ulna</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0	0	0	0	+	+	+
<i>Cosmarium sp</i>	0	0	0	0	0	0	+
<i>Amphiprora paludosa</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asterionella formosa</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cocconeis pediculus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Caloneis sp.</i>	+	+	+	+	0	0	0
<i>Diploneis smithii</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diploneis pseudoovalis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula cryptocephala</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula sp. (hungarica?)</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>N. cuspidata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema angustatum</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	+	+	+	+	+	+	0
<i>Nitzschia apiculata</i>	+	+	+	+	+	+	+
Всего:							

Примечание: 1, 3, 5 – весенние сборы, 2, 4, 6, 7 – летние сборы

Выявленное разнообразие оказалось намного беднее ожидаемого по сравнению с опубликованными данными: в 2012 г. Л.П. Понамарёва и Р.А. Ермагамбетова установили в составе фитопланктона оз. Балхаш 190 видов водорослей, относящихся к 6 отделам, среди которых: синезеленых – 42, диатомовых – 71, зеленых – 63, эвгленовых – 6, пиррифитовых – 5, золотистых – 3. По многолетним показателям биомассы фитопланктона оз. Балхаш можно отнести к бета-олиготрофному водоему, низкого класса трофности [17]. В исследованных нами пробах был обнаружен 31 вид водорослей, из которых 17 видов присутствовали во всех биотопах. Видовой состав фитопланктона не изменялся по сезонам. Стабильный видовой состав в каждом биотопе свидетельствует о том, что сезонные изменения минерализации воды и рН, температуры и соединения азота не оказывают решающего значения на состав водорослей. Наи-

большее разнообразие было в самом оз. Балхаш (участок Когалы Иик). Участок Коскумбез отличался наименьшим видовым разнообразием, хотя в мелководных и зарастающих макрофитами участках акватории численность и биомасса фитопланктона должны быть более высокими, так как при средней глубине водный слой равномерно прогревается, что способствует хорошему развитию фитопланктона. Температура стимулирует развитие *Bacillariophyta* и *Cyanophyta*, но ее чрезмерное повышение неблагоприятно действует на *Chrysophyta*. В развитии *Euglenophyta* важную роль играет глубина воды. На участке Коскумбез течение замедлено и имеются широкие заросшие погруженной водной растительностью разливы. Виды *Oscillatoria sp.*, *Microcystis sp. (pulverea)*, *Tabellaria fenestrata*, *Desmidium schwartzii* доминировали во всех станциях, кроме станции Коскумбез. Можно предположить, что низкая прозрачность воды повлияла на изме-

нение видового состава планктонных водорослей на этом участке. *Anabaena sp.*, *Zygnema sp.*, *Spirogyra sp.* не встречались в станциях Коскумбез и Нарын. Это можно объяснить тем, что эти виды водорослей являются кормовыми для рыб-фитофагов. Скопление водорослей происходит в хорошо прогреваемых участках, прозрачной или умеренно прозрачной воде. Снижение рН

так же благоприятно воздействует росту фитопланктона. *Cosmarium sp* встречалось только в пробах станции Нарын. *Cyclotella meneghiniana* и *Caloneis sp.* характерны только для проточных вод. Специфичных видов для озера Балхаш не отмечено, но виды *Melosira*, *Mougeotia* и *Dictyosphaerium pulchellum* были специфичны для Балхаша и участке Нарын.

Таблица 4 – Разнообразие зоопланктона и зообентоса весной и летом 2019 г.

Таксоны	Коскумбез		Арыстанды		Когалы-Иик		Нарын
	1	2	3	4	5	6	7
Зоопланктон:							
<i>Macrocyclops albidus</i>	0	0	+	+	+	+	0
<i>Nauplis (Cyclops sp)</i>	+	+	+	+	+	+	0
Всего	1	1	2	2	2	2	0
Бентос:							
<i>Libellula (dragonfly)</i>	0	0	0	+	0	+	0
<i>Notonecta glauca (water bugs)</i>	0	+	0	0	0	0	+
<i>Corixa affinis</i>	0	+	0	0	0	0	0
<i>Nepa cinerea</i>	0	+	0	0	0	0	0
<i>Gammarus caradiophilus</i>	0	0	0	0	+	+	0
<i>Palaemon modestus</i>	+	+	0	+	0	0	+
<i>Coenagrion puella L Lestes</i>	0	0	+	0	0	0	0
<i>Dytiscus latissimus L.</i>	0	0	+	0	0	0	0
<i>Oligochaeta Limnodrilus sp</i>	0	0	+	0	+	0	0
Брюхоногие моллюски	0	0	0	+	+	+	+
Двухстворчатые моллюски	0	0	0	0	+	0	0
Всего	1	4	3	3	4	3	3
Примечание: 1, 3, 5 – весенние сборы, 2, 4, 6, 7 – летние сборы							

Таксономическое разнообразие зообентоса оз. Балхаш прежде состояло из 93 видов и форм беспозвоночных из 11 систематических групп. Здесь были аборигенные представители олигохет, брюхоногих моллюсков, личинок насекомых и интродуцированные кормовые беспозвоночные – полихеты, двухстворчатые моллюски и высшие ракообразные. Биомасса зообентоса формировалась за счет массового развития полихет, двухстворчатых моллюсков, мизид и корофид. Значительную роль в образовании биомассы играли также аборигенные крупные личинки хирономид [18].

В составе зообентоса исследованных нами участков дельты р. Иле было выявлено только 6 крупных систематических групп беспозвоночных и 12 видов: *Oligochaeta* – 1 вид, *Mollusca* – 2,

Crustacea – 3, *Odonata* – 2, *Hemiptera* – 3, *Coleoptera* – 1.

Зообентос оказывает сильное влияние на фитопланктонное сообщество, что отражается на многолетней изменчивости биомасс этих сообществ. Это обусловлено доминированием двухстворчатых моллюсков, питающихся простейшими, органическими веществами и фитопланктоном. По данным 1996-2012 гг. биомасса бентоса увеличилась в среднем в 4 раза по причине существенного роста моллюска *monodacna colorata*. Высокая биомасса моллюска *monodacna colorata* влияет на снижение количественных показателей зоопланктонного сообщества как конкурентного потребителя фитопланктона [19].

Работы по обогащению донной фауны водоема проводились в течение восьми лет – с 1958 по 1965 г. Всего в озеро было вселено и прижилось восемь видов беспозвоночных каспийского комплекса: высшие ракообразные – мизиды *Paramysis intermedia*, *P. lacustris*, *P. baeri*, *P. ullskyi* и корофииды *Corophium curvispinum*, полихеты-амфаретиды *Hupania invalida*, *Hupaniola kowalewskii* и двустворчатый моллюск *Monodacna colorata*. В 1983–1985 гг. из Капшагайского водохранилища первоначально в водоемы дельты р. Иле, а затем и в оз. Балхаш проникли еще два вида ракообразных – гаммарус *Dikerogammarus haemobaphes* и креветка *Palaemon superbus* из отряда десятиногих раков.

Благодаря слабой видовой насыщенности биоценозов озера, акклиматизированные гидробионты не вытеснили аборигенные виды из их ареалов, увеличив биомассу бентоса в целом по озеру более чем в 4 раза. Особенно значительное повышение наблюдалось в Западном Балхаше, где за счет массового развития моллюска цветная монодакна и мизид кормность зообентоса увеличилась в 20 с лишним раз [20]. Виды-вселенцы прочно вошли в пищевой рацион рыб-бентофагов, заметно изменив и расширив его, что способствовало увеличению численности сазана и леща и улучшению их размерно-весовых показателей [21]

Видовой состав рыбного населения в 2019 г. оказался бедным в сравнении с потенциально возможным для дельтовой зоны р.Иле, судя по ранее опубликованным данным [22, 23]. Здесь можно было бы ожидать наличие 12 аборигенных и 24 чужеродных видов рыб. Однако в настоящее время ни одного представителя аборигенной ихтиофауны не было обнаружено. Чужеродные были представлены 16 видами: речная абботтина *Abbottina rivularis*, амурский чебачек *Pseudorasbora parva*, глазчатый горчак *Rhodeus ocellatus*, медака *Oryzias sinensis*, китайский бычок *Rhinogobius cheni*, элеотрис *Micropercops cintus*, каспийская вобла *Rutilus rutilus caspicus*, белый амур *Ctenopharyngodon idella*, обыкновенный жерех *Aspius aspius*, лещ *Abramis brama*, серебряный карась *Carassius gibelio*, сазан *Cyprinus carpio*, белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix*, обыкновенный сом *Silurus glanis*, судак *Sander lucioperca*, амурский змеёголов *Channa argus*. (табл. 4). Основу

ихтиофауны мелководий в 2019 г. составляли короткоцикличные виды рыб амурского комплекса: псевдорасбора (амурский чебачок), медака, амурский бычок, глазчатый горчак, элеотрис и амурский бычок. На участках Когалы Иик и Нарын, Коскумбез в летний период было выражено численное доминирование одного вида: молодь плотвы на участках Когалы Иик и Нарын, элеотрис – на участке Коскумбез. Основу питания элеотриса составляет животная пища, в питании псевдорасборы, медаки и абботтины заметную роль играют водоросли [24]. Сине-зеленые водоросли так же были отмечены в питании амурского бычка [25]. Молоди сазана, белого амура, белого толстолобика и сома в 2019 г. не обнаружено. Молодь жереха, леща, судака, змеёголова представлена всего по 1 экземпляру каждого вида. Таким образом, существующие условия неблагоприятны для воспроизводства этих видов. Бедность видового разнообразия и выраженное доминирование одного вида являются одними из индикаторов стрессового состояния сообществ рыб. Таким образом, в настоящее время состояние аквальных экосистем Или-Балхашского государственного природного резервата оценивается как неблагоприятное. Имеющийся мировой опыт по восстановлению пресноводных экосистем показывает, что решение существующих проблем требует совместных усилий ученых, администрации и персонала охраняемых территорий, местного населения и местных органов управления [26].

Выводы

1 Водные экосистемы дельты р.Иле продолжают испытывать значительную антропогенную нагрузку. Высокие концентрации ионов аммония в нерестовый период оказывают неблагоприятное воздействие на молодь рыб.

2 Разнообразие гидробионтов оказалось ниже, чем в предыдущие годы: всего было обнаружено 31 вид фитопланктона, 12 – бентоса, 2 – зоопланктона, 16 видов рыб.

Благодарность. Авторы выражают большую благодарность всем сотрудникам Или-Балхашского государственного природного резервата, оказавшим помощь в проведении полевых сборов и наблюдений.

Литература

- 1 Савваитова К.А., Чеботарева Ю.В., Пичугин М.Ю., Максимов С.В. Аномалии в строении рыб как показатель состояния природной среды // Вопросы ихтиологии. – 1995. – Т.35, №2 – С. 182-188.
- 2 Брагинский Л.П. Принципы классификации и некоторые механизмы структурно-функциональных перестроек пресноводных экосистем в условиях антропогенного пресса // Гидробиологический журнал. – 1998. – Т.34, №6 – С.72-94.
- 3 Vörösmarty C.J., McIntyre P.B., Gessner M.O., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S.E., Sullivan C.A., Reidy Liermann C., Davies P.M. Global threats to human water security and river biodiversity // Nature – 2010. – V.467 – P.55-561. doi:10.1038/nature09440.
- 4 Gozlan R.E., Karimov B.K., Zadereev E., Kuznetsova D., Sandra Brucet S. (2019) Status, trends, and future dynamics of freshwater ecosystems in Europe and Central Asia // Inland Waters. DOI: 10.1080/20442041.2018.1510271.
- 5 Махмудов А.Х. Дельта р.Или и проблема ее сохранения. 10 объединенный пленум Советского и республиканского комитетов по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». – Алма-Ата: Наука, 1988. – С 48.
- 6 Русяева Г.К., Романова С.М. Антропогенное воздействие на некоторые экосистемы оз.Балхаш // 10 объединенный пленум Советского и республиканского комитетов по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». – Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 61.
- 7 Мельников В.А., Шустов А.И. Экологическая оценка проекта мелиоративного переустройства дельты рек Или // 10 объединенный пленум Советского и республиканского комитетов по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». – Алма-Ата: Наука, 1988. – С.114.
- 8 Petr T., Mitrofanov V.P. The impact on fish stocks of river regulation in Central Asia and Kazakhstan// Lakes and Reservoirs: Research and Management. – 1998. – V.3. – P.143-164.
- 9 Самакова А.Б. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш. – Алматы: Каганат, 2003 – 584 с. ISBN 9965-25-136-3.
- 10 Zhatkanbayev A.Z.-U. Creating protected areas on Lake Balkhash and Ili River Delta in the Kazakhstan Respublic. In: Waterbirds around the world. Eds. Boere G.C., Galbraith C.A., Stroud D.A – Edinburg, UK., 2006. – P.275-276.
- 11 Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. – М.: Наука, 1984. – С.129-131.
- 12 Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфологического анализа рыб // Успехи современной биологии. – 1999. – Т.119, №2. – С.165-177.
- 13 Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
- 14 Методические рекомендации по сбору и обработке материалов гидробиологических исследований на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукты. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 51 с.
- 15 Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 239 с.
- 16 Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – Москва, 1990. – 135 с.
- 17 Пономарева Л.П., Ермагамбетова Р.А. Оценка экологического состояния оз. Балхаш по планктону// Животный мир Казахстана и сопредельных территорий. – Алматы: Нур-Принт, 2012. – С.154-155.
- 18 Садырбаева Н.Н. Об изменении биологических показателей сазана озера Балхаш в связи с акклиматизацией бентосных организмов // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс. – 2013. – С.162-165.
- 19 Алимов А.Ф. Функциональная экология двухстворчатых моллюсков. – Л.: Труды Зоолог. ин-та, 1981. – Т 96. – 248 с.
- 20 Тютеньков С.К. Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах Казахстана. – Фрунзе: Илим, 1972. – С. 85–89.
- 21 Воробьева Н.Б. Изменение экосистемы озера Балхаш в процессе акклиматизации беспозвоночных. / Н. Б. Воробьева // Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М., 1980. – С. 203–205.
- 22 Никольский Г.В., Евтюхов Н.А. Рыбы равнинного течения р.Или // Бюлл. МОИП Отд.биол. – 1940. – Т.49(5/6). – С.57-70.
- 23 Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. Видовой состав ихтиофауны Казахстана (с круглоротыми) и ее распределение по водоемам по состоянию на 1986-1990 г.г. // Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Ғылым, 1992. – Т.5. – С.414-418.
- 24 Мамилова Р.Х. О характере питания некоторых малоценных и сорных видов рыб Капчагайского в-ща // Биологические науки. – Алма-Ата: КазГУ, 1975. – Вып.9. – С.135-141.
- 25 Анциферова Т.И. Рыбы дальневосточно-китайского комплекса в Балхаш-Илийском бассейне // Биол. основы рыбного хоз-ва водоемов Ср. Азии и Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1970. – С.34-36.
- 26 Suski S.D., Cooke S.J. Conservation of aquatic resources through the use of freshwater protected areas: opportunities and challenges // Biodivers. Conserv. – 2006. DOI 10.1007/s10531-006-9060-7.

References

- 1 Savvaitova, K. A., Chebotareva, Yu. V., Pichugin, M. Yu. and Maksimov, S. V. «Anomalii v stroenii ryb kak pokazatel' sostoyaniya prirodnoj sredy». [“Anomalies in the structure of fish as an indicator of the state of the natural environment.”] *Voprosy ihtiologii* 35, No. 2 (1995): 182-188. (In Russian).
- 2 Braginsky, L. P. «Principy klassifikacii i nekotorye mekhanizmy struktturno-funkcional'nyh perestroek presnovodnyh ekosistem v usloviyah antropogenogo pressa». [“Principles of classification and some mechanisms of structural and functional rear-

rangements of freshwater ecosystems under anthropogenic pressure”] *Hydrobiologicheskij journal* 34, No. 6 (1998): 72-94. (In Russian).

3 Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C.A., Reidy Liermann, C., Davies, P.M. «Global threats to human water security and river biodiversity». *Nature* 467, (2010): 55-561. doi:10.1038/nature09440.

4 Gozlan, R. E., Karimov, B. K., Zadereev, E., Kuznetsova, D., Sandra, Brucet S. «Status, trends, and future dynamics of freshwater ecosystems in Europe and Central Asia. *Inland Waters*, (2019). DOI: 10.1080/20442041.2018.1510271.

5 Mahmudov, A. H. Del'ta r.Ili i problema ee sohraneniya. [Delta of the river Ili and the problem of its preservation] 10 joint Plenum of the Soviet and Republican committees on the UNESCO program “Man and the biosphere”. Alma-Ata: Science, 1988. (In Russian).

6 Rusyaeva, G. K., Romanova, S. M. Antropogennoe vozdeystvie na nekotorye ekosistemy oz.Balkhash. [Anthropogenic impact on some ecosystems of the lake.Balkhash] 10 joint Plenum of the Soviet and Republican committees on the UNESCO program “Man and the biosphere”. Alma-Ata: Science, 1988. (In Russian).

7 Melnikov, V. A., Shustov, A. I. Ekologicheskaya ocenka proekta meliorativnogo pereustrojstva del'ty rek Ili. [Ecological assessment of the project of reclamation reconstruction of the Delta of rivers] 10 joint Plenum of the Soviet and Republican committees on the UNESCO program “Man and the biosphere. Alma-Ata: Science, 1988. (In Russian).

8 Petr, T., Mitrofanov, V.P. «The impact on fish stocks of river regulation in Central Asia and Kazakhstan». *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 3 (1998): 143-164.

9 Samakova, A. B. (Ed.) *Problems of hydroecological stability in the basin of lake Balkhash. [Problems of hydroecological stability in the basin of lake Balkhash]*. Almaty: Kaganat., 2003. (In Russian).

10 Zhatkanbayev, A.Z.-U. *Creating protected areas on Lake Balkhash and Ili River Delta in the Kazakhstan Republic*; Boere G.C., Galbraith C.A., Stroud D.A «In: Waterbirds around the world». [«In: Waterbirds around the world”]. Edinburg, UK., 2006.

11 Kitaev, S. P. *Ekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozer raznyh prirodnyh zon. [Ecological bases of bioproductivity of lakes of different natural zones]*. M.: Science, 1984. (In Russian).

12 Reshetnikov, Yu. S., Popova, O. A., Kashulin, N. A., Lukin, A. A., Amundsen, P.-A., Staldvik, F. «Assessment of the well-being of the fish part of the aquatic community based on the results of morphological analysis of fish». [“Assessment of the well-being of the fish part of the aquatic community based on the results of morphological analysis of fish”]. *Advances in modern biology*, 119, №2. (1999): 165-177. (In Russian).

13 Zakharov, V. M., Baranov, A. S., Borisov, V. I., Valetsky, A.V., Kryazheva, N. G., Chistyakova, E. K., Chubinshvili, A.T. «Zdorov'e sredy: metodika ocenki». [“Environmental Health”]. *Center for environmental policy of Russia*. (2000): 68. (In Russian).

14 *Metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyah na presnovodnyh vodohozyaistvennykh vodoteloakh. Zoobentos i ego produkcija. [Methodical recommendations on collection and processing of materials of hydrobiological researches on freshwater reservoirs. Zoobenthos and its products]*. L., 1984. (In Russian).

15 *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnyh vod i donnyh otlozhenij. [Guide to methods of hydrobiological analysis of surface water and sediments]*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. (In Russian).

16 *Obobshchennyj perechen' predel'no dopustimyh koncentracij (PDK) vrednyh veshchestv dlya vody rybohozyajstvennyh vodoteloakh. [The Generalized list of maximum permissible concentrations (MPC) of harmful substances for water of fishery reservoirs]*. Moscow, (1990). (In Russian).

17 Ponomareva, L. P., Ermagambetova, R. A. *Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya oz. Balkhash po planktonu. [Assessment of the ecological state of the lake. Balkhash in the plankton]*. Almaty: Nur-Print, 2012. (In Russian).

18 Sadyrbaeva, N. N. «Ob izmenenii biologicheskikh pakazatelej sazana ozera Balkhash v svyazi s akklimatizaciej bentosnyh organizmov». [“On the change of biological pathogens of lake Balkhash carp in connection with the acclimatization of benthic organisms”]. *Agricultural Sciences and agro-industrial complex*. (2013): 162-165. (In Russian).

19 Alimov, A. F. *Funkcional'naya ekologiya dvuhstvorchatykh mollyuskov. [Functional ecology of bivalves]*. L.: Zoologist. in-t. T 96., 1981. (In Russian).

20 Tutunnikov, S. K. *Itogi i perspektivy akklimatizacii ryb i bespozvonochnyh v vodoyomah Kazahstana. [Results and perspectives of acclimatization of fishes and invertebrates in water bodies of Kazakhstan]* Frunze, 1972. (In Russian).

21 Vorobyeva, N. B. *Izmenenie ekosistemy ozera Balkhash v processe akklimatizacii bespozvonochnyh. [Changing the ecosystem of lake Balkhash in the process of invertebrate acclimatization]*. *Itogi i perspektivy akklimatizacii ryb i bespozvonochnyh v vodoyomah SSSR*. M., 1980. (In Russian).

22 Nikolsky, G. V., Evtuykhov, N. A. «Ryby ravninnogo techeniya r.Ili». [“Fishes of the plain flow of the Ili river”]. *Byull. MOIP Otd.biol.* 49, (5/6). (1940): 57-70. (In Russian).

23 Dukravets, G. M., Mitrofanov, V. P. «Vidovoj sostav ihtiofauny Kazahstana (s kruglorotymi) i ee raspreделение po vodoteloakh po sostoyaniyu na 1986-1990 g.g.». [“Species composition of ichthyofauna of Kazakhstan (with roundworms) and its distribution on reservoirs as of 1986-1990”]. *Fishes of Kazakhstan. Alma-Ata: Gylym. V. 5. (1992): 414-418. (In Russian).*

24 Mamilova, R. Kh. «O haraktere pitaniya nekotoryh malocennyh i sornyh vidov ryb Kapchagajskogo v-shcha». [“On the nature of nutrition of some low-value and weed species of fish of the Kapchagai region”]. *Biological sciences* 9, (1975): 135-141. (In Russian).

25 Antsiferova, T. I. *Ryby dal'nevostochno-kitajskogo kompleksa v Balkhash-Ilijskom bassejne. [Fish of the far East-Chinese complex in the Balkhash-ili basin]*. Bio. fundamentals of fish farming of water bodies of the Central Asia and Kazakhstan. Alma-Ata: The science, 1970. (In Russian).

26 Suski, S.D., Cooke, S.J. «Conservation of aquatic resources through the use of freshwater protected areas: opportunities and challenges». *Biodivers. Conserv.* (2006). DOI 10.1007/s10531-006-9060-7.