

Г.Б. Кегенова Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
e-mail: gkegenova78@gmail.com

СООБЩЕСТВА РЫБ В МАЛЫХ ВОДОЕМАХ БАСЕЙНА Р. ИЛЕ

Биологические инвазии в пресноводных экосистемах являются одной из основных угроз сохранению естественного биологического разнообразия. В связи с большим числом видов, намеренно и случайно интродуцированных в Балкашский бассейн, аборигенная ихтиофауна оказалась оттесненной в малые водоемы. Устойчивое существование в таких водоемах затруднено в силу случайных непредсказуемых воздействий. В 2021 и 2022 гг в малых водоемах бассейна р.Иле в пределах Алматинской области было отмечено 19 видов рыб, которые относятся к 8 семействам и 4 отрядам. Видовое разнообразие исследованных водоемов состоит из аборигенных (25%) и чужеродных (75%) видов рыб. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено в пруду Капшагайского нересто – выростного хозяйства (11 видов), наименьшее видовое разнообразие отмечено в реках Теренкара (2 вида) и Леп (1 вид). На основании сравнения видового состава рыбного населения все исследованные водоемы распределены на три кластера. Капшагайское НВХ, реки Малый Чарын, Кайназар, Талгар, Иссык и река №3 составляют первую группу кластера, сходство видового разнообразия между водоемами составила 54.5%. Реки Теренкара и Леп составляют остальные 2 группы и отличаются от всех исследованных водоемов бедностью видового состава ихтиофауны.

Из аборигенных видов рыб по численности и распространению доминирует пятнистый губач *Triplophysa strauchii*. Малочисленными видами являются балхашский гольян (0,06%) и тибетский голец (0,02%). Таким образом, полученные данные свидетельствуют о значительном сокращении ареалов аборигенных рыб. Из чужеродных видов рыб доминировали – амурский чебачок, китайский горчак и речная абботина, не имеющие хозяйственной ценности, а также представляющие угрозу для сохранения аборигенной ихтиофауны.

Ключевые слова: малые реки, ихтиофауна, разнообразие, сообщество, Балкашский бассейн, аборигенные виды, чужеродные виды, инвазия.

G.B. Kezenova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
e-mail: gkegenova78@gmail.com

Fish communities in small reservoirs of the ile river basin

Biological invasions in freshwater ecosystems are one of the main threats to the preservation of natural biological diversity. Due to the large number of species intentionally and accidentally introduced into the Balkash basin, the native ichthyofauna was pushed into small reservoirs. Sustainable existence in such reservoirs is difficult due to random unpredictable influences. In 2021 and 2022 in small reservoirs of the river basin .19 species of fish were observed in the Ile within the Almaty region, which belong to 8 families and 4 orders. The species diversity of the studied reservoirs consists of native (25%) and alien (75%) fish species. The greatest species diversity was observed in the pond of the Kapshagai spawning farm (11 species), the least species diversity was noted in the Terenkara (2 species) and Lep (1 species) rivers. Based on a comparison of the species composition of the fish population, all the studied reservoirs are divided into three clusters. Kapshagai NVH, the Maly Charyn, Kainazar, Talgar, Issyk Rivers and the No. 3 river make up the first group of the cluster, the similarity of species diversity between the reservoirs was 54.5%. The Terenkara and Lep rivers make up the remaining 2 groups and differ from all the studied reservoirs by the poverty of the species composition of the ichthyofauna.

Of the native fish species, the spotted sponge *Triplophysa strauchii* dominates in number and distribution. Small species are the balkhash minnow (0.06%) and the tibetan stone loach (0.02%). Thus, the data obtained indicate a significant reduction in the ranges of native fish. Of the alien fish species, the topmouth gudgeon, rosy bitterling and false gudgeon dominated, which have no economic value, and also pose a threat to the preservation of the native ichthyofauna.

Key words: small rivers, ichthyofauna, diversity, community, Balkhash basin, native species, alien species, invasion.

Г.Б. Кегенова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
e-mail: gkegenova78@gmail.com**Іле өзені бассейнінің шағын суқоймаларындағы балықтардың қауымдастығы**

Тұщы су экожүйелеріндегі биологиялық инвазиялар табиғи биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың негізгі қауіптерінің бірі болып табылады. Балқаш бассейніне әдейі және кездейсоқ енгізілген түрлердің көптігіне байланысты жергілікті ихтиофауна шағын суқоймаларына ығыстырылды. Мұндай суқоймаларда тұрақты тіршілік ету кездейсоқ күтпеген әсерлерге байланысты қиын. 2021 және 2022 жылдары Іле өзені бассейнінің кіші суқоймаларында Алматы облысының шегінде 19 балық түрі байқалды, олар 8 тұқымдасқа, 4 отрядқа жіктеледі. Зерттелген су объектілерінің түрлерінің алуантүрлілігі абориген (25%) және бөтен (75%) балық түрлерінен тұрады. Түрлердің ең үлкен алуантүрлілігі Қапшағай уылдырық шашу – шабақ өсіру шаруашылығының тоғандарында байқалды (11 түр), түрлердің ең аз алуантүрлілігі Тереңқара (2 түр) және Леп (1 түр) өзендерінде байқалды. Балық популяциясының түрлік құрамын салыстыру негізінде барлық зерттелген су объектілері үш кластерге бөлінеді. Қапшағай уылдырық шашу – шабақ өсіру шаруашылығы, Кіші Шарын, Қайназар, Талғар, Есік өзендері және №3 өзен кластердің бірінші тобын құрайды, бұл сулардың арасындағы түрлердің алуантүрлілігінің ұқсастығы 54.5% құрады. Тереңқара және Леп өзендері қалған 2 топты құрайды және зерттелген барлық суқоймаларынан ихтиофаунаның түрлік құрамының кедейлігімен ерекшеленеді.

Жергілікті балық түрлерінің саны мен таралуы бойынша теңбіл салпыерін *Triplophysa trauchii* басым. Аз кездескен түрлер – балқаш гольяны (0,06%) және тибет талма балығы (0,02%). Осылайша, нәтижелер жергілікті балықтардың таралу аймағының айтарлықтай төмендегенін көрсетеді. Бөгде балық түрлерінің ішінде шаруашылық құндылығы жоқ, сондай – ақ жергілікті ихтиофаунаны сақтауға қауіп төндіретін амур шабағы, қытай кекіресі және өзен абботинасы басым болды.

Түйінді сөздер: кіші өзендер, ихтиофауна, алуантүрлілік, қауымдастық, Балқаш бассейні, аборигендік түрлер, бөгде түрлер, инвазия.

Введение

Пресноводные водоемы являются уникальными экосистемами по разнообразию населяющих их позвоночных животных, и в первую очередь, рыб и амфибий [1-2]. В то же время, пресная вода является ключевым ресурсом, необходимым для благополучия человека. Люди используют воду не только для удовлетворения жажды, но и для выращивания сельскохозяйственных растений, технических и бытовых нужд, получения электроэнергии, ведения аквакультуры, отдыха и других потребностей. В результате этого пресноводные водоемы оказались самым уязвимым компонентом биосферы [3-5].

В связи с положением в центре континента для Центральной Азии проблема рационального использования и сохранения пресноводных экосистем стоит особенно остро [6]. Особенностью ихтиофауны Балкашского бассейна является небольшое число аборигенных видов, многие из которых являются эндемиками [7]. Широкомасштабная акклиматизация гидробионтов в озере Балхаш, проведенная во второй половине XX-го века, привела к кардинальным измене-

ниям состава и структуры ихтиофауны в самом озере и крупных реках Балкаш – Илийского бассейна [8]. Инвазивные чужеродные виды стали одной из самых серьезных экологических проблем в мире [9-11].

В Балкашском бассейне вселение новых видов рыб сопровождалось строительством плотин на основных реках, усиленным выловом аборигенных видов и чрезмерной охраной вселенных видов [8]. В результате интродукции чужеродных видов естественный ареал и численность аборигенной ихтиофауны резко сократились [12]. Международным союзом охраны природы (МСОП – IUCN) состояние нескольких эндемичных для региона видов рыб признано как угрожаемое – VU [IUCN Red List – *Schizothorax argentatus*, *Perca schrenki*, *Triplophysa labiata*, *T.sewertzowii*, *Phoxinus poljakowii*] [13-16].

В настоящее время процессы инвазии в водоемах Балкаш – Илийского бассейна продолжаются [17-19]. Для сохранения естественного разнообразия необходимы систематические исследования состояния разнообразия пресноводных водоемов [20-23].

В связи с этим целью проведенного нами исследования являлось изучение современного состава ихтиофауны малых водоемов в бассейне р. Иле.

Материалы и методы исследования

Материалы для исследований были собраны в весенне – летний периоды 2021-2022 года в юго – восточной части Алматинской области в пределах территории Балкаш – Илийского бассейна (рис.1). Рыбы отловлены из Капшагайско-

го нересто – выростного хозяйства (выростной пруд, сбросной канал) и в малых реках: 1) р. Теренкара; 2) р. №3 трасса ЗЕ-ЗК (возле поселка Койшибек); 3) р. Талгар; 4) р. Кайназар; 5) р. Иссык; 6) р. Малый Чарын; 7) р. Леп. Отлов рыб проводился с помощью малькового бредня с ячеей 4 мм и рыболовного сачка с ячеей 5 мм. Перечисленные водоемы относятся к бассейну р. Или и составляют гидрографическую сеть Заилийского Алатау, с высокогорным – ледниковым типом питания [24].

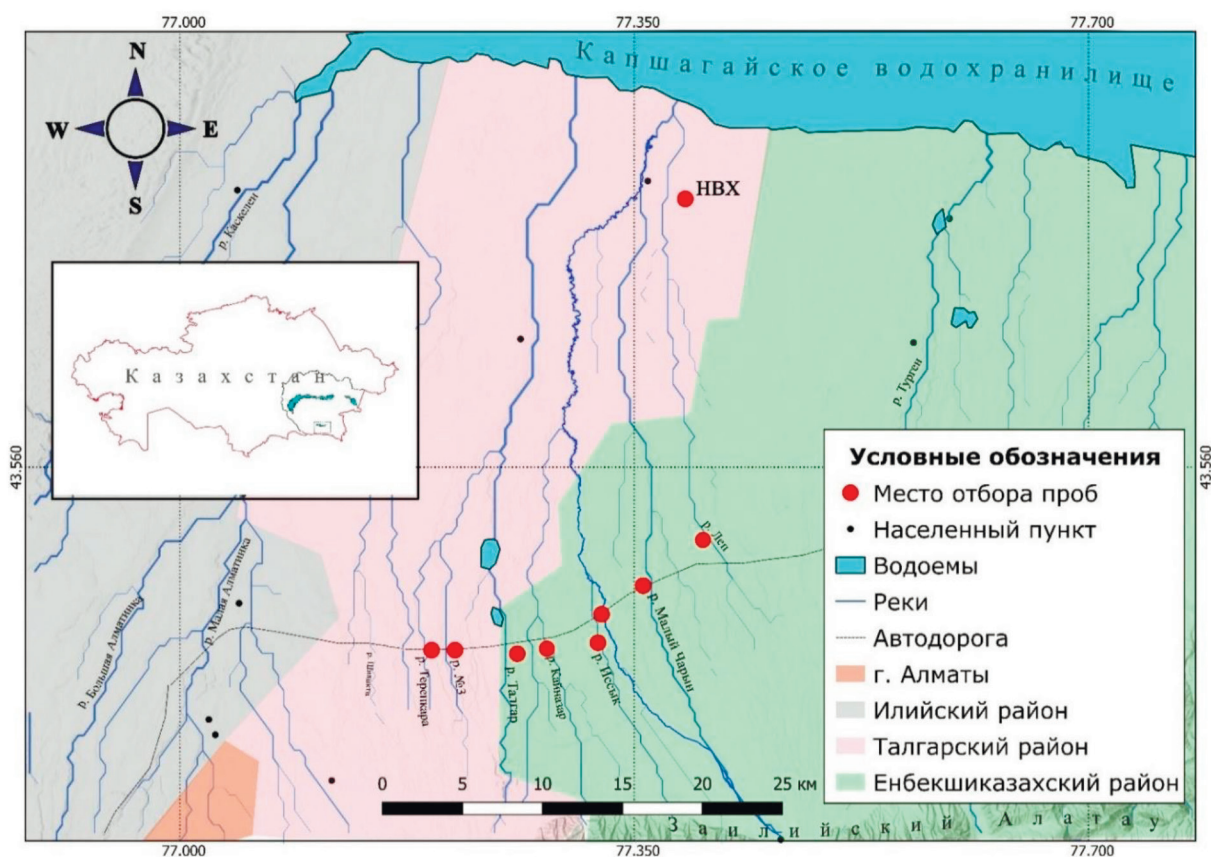


Рисунок 1 – Карта района исследований

Собранный ихтиологический материал фиксировался в 4%-ном растворе формалина. Разнообразие рыбного населения исследуемых рек оценивалась по следующим показателям: S – общее число видов в сообществе (видовое богатство), индекс доминирования (D), индекс Шеннона (H), индекс Симпсона ($1-D$), равномерность распределения по Симпсону (E), равномерность распределения по Шеннону (J).

Доля вида (p) в сообществе вычислялось отношением численности вида n к общей численности всех видов N сообщества в пробе. Для определения видового сходства использовали индекс сходства Чекановского–Сьеренсена по формуле $K = \frac{2c}{a+b}$, [25-26]. Кластерный анализ сходства рыбных сообществ составлен с использованием программы PAST [27]. Карта места сбора материалов создана с помощью программы QGIS

3.22 [28]. Валидные названия рыб даны по источникам [29-30] и сведений, содержащихся в информационно-поисковой системе FishBase [31]. Пробы воды из исследованных рек проанализированы многопараметрическим анализатором воды *Hanna Instruments HI96728*, с по-

мощью которого были определены основные физико – химические показатели, как pH, общая минерализация, количество нитратов (NO_3^-), аммония (NH_4^+) и мутность воды [32]. Общий объем исследованного материала представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Общий объем исследованного материала по малым водоемам Алматинской области

№	Название водоема	Координаты	Количество экземпляров	Количество видов	Количество отобранных проб воды
1	Капшагайское НВХ	43° 42.560'С 77° 23.190'В	314	11	3
2	р. Теренкара	43° 27.540'С 77° 10.140'В	39	2	1
3	р. №3	43° 27.441'С 77° 10.811'В	37	5	1
4	р. Кайназар	43° 27.480'С 77° 11.460'В	25	4	1
5	р. Талгар	43° 27.360'С 77° 15.420'В	59	5	1
6	р. Иссык	43° 27.727'С 77° 19.151'В	14	6	1
7	р. Малый Чарын	43° 29.640'С 77° 21.240'В	28	4	1
8	р. Леп	43° 30.384'С 77° 22.626'В	28	1	1
	Всего:		544		10

Результаты исследования и их обсуждения

Общая характеристика обследованных водоемов. Капшагайское нересто – выростное хозяйство было построено в 1973 году, с общей площадью более 700 га, в целях пополнения запасов растительноядных рыб и карпа в Капшагайском водохранилище. В настоящее время источником водоснабжения хозяйства является

р. Леп. Хозяйство остро испытывает нехватку воды для обеспечения всего прудового фонда, в связи с этим, в настоящее время эксплуатируются только 30% прудового фонда хозяйства [33].

В таблице 2 приведены физико-химические параметры воды из прудов Капшагайского нересто – выростного хозяйства.

Таблица 2 – Физико-химические параметры прудов Капшагайского нересто – выростного хозяйства

Дата	Место облова	pH	Общая минерализация, мг/л	NH_4^+	NO_3^-	Мутность, FTU	T °С воды
13.08.2021	Выростной пруд	8.27	0.78	0.53	0	3.95	22
08.10.2021	Сбросной канал	8.45	2.53	0	0	3.10	15
08.10.2021	Выростной пруд	7.92	0.48	0	0.30	3.48	15
14.10.2021	Водоподающий канал	7.00	0.50	0	0	2.08	15
14.10.2021	Выростной пруд	6.47	0.30	0.15	0.10	5.23	15
14.10.2021	Сбросной канал (на выходе)	6.5	0.45	0.20	0.10	2.08	15
14.10.2021	Капшагайское водохранилище	6.5	0.27	0	0	4.68	15

Анализ воды из данного хозяйства показывает, что переменные значения pH, NO_3^- находятся в пределах нормы и допустимы для нормальной жизнедеятельности гидробионтов. Оптимальная

концентрация нитратов в воде для прудовых хозяйств находится в пределах 0,5-1,5 мг/л [26]. В двух пробах воды из выростного пруда наблюдалось содержание NH_4^+ в пределах от 0,15-до 0,53

мг/л, что является крайне нежелательным для содержания молоди рыб [34].

Река *Иссык* образуется из двух притоков: левого – р. Жарсай и правого – р. Тескенсу, общая протяженность реки составляет – 121 км, из них 22 км протекают в горном ущелье под названием «Иссыкское ущелье». Река Иссык считается самой прозрачной рекой Зайлийского Алатау. Протекая по равнине впадает в р. Иле. Малые



Рисунок 2 – р. Талгар в нижнем течении

реки Кайназар, Леп и Малый Чарын являются правыми притоками реки Иссык [35].

Река *Талгар* имеет длину 117 км и образуется от слияния Правого, Среднего и Левого Талгара. После выхода на равнину река Талгар разветвляется на два крупных и несколько мелких рукавов, которые теряются в грунте, чаще не доходят до р. Или [35]. Исследованный участок реки был относительно неглубоким, с каменистым берегом и илистым дном.



Рисунок 3 – р. Леп

Река *Теренкара* является правым притоком реки Чилик. С юго-запада впадает в водохранилище Капшагай на р. Иле [35]. Средняя глубина реки составля-

ет от 1,3 до -1,5 м с каменисто–песчаным дном. Течение реки – быстрое. Физико–химические параметры воды из исследованных рек приводятся в таблице 3.

Таблица 3 – Основные физико-химические показатели воды исследованных рек

Дата	Водоем	pH	Общая минерализация, мг/л	NH_4^+	NO_3^-	Мутность. FTU	T °C воды
26.05.2022	р. Теренкара	7.50	151	0	1.30	3.43	13
26.05.2022	р. №3 Трасса ЗЕ-ЗК	7.63	69	0	0.40	10.57	16
30.05.2022	р. Кайназар	7.55	152	0	1.70	5.62	16
30.05.2022	р. Талгар	7.50	103	0	1.10	10.48	15
30.05.2022	р. Иссык	6.90	97	0	1.10	15.45	16
30.05.2022	р. Малый Чарын	6.76	156	0	1.20	6.65	15
30.05.2022	р. Леп	7.62	158	0	1.70	6.85	15

Водородный показатель в реках варьирует от слабо кислого до слабо-щелочного, что является оптимальным для роста и развития гидробионтов данного бассейна. Общая минерализация воды в реках невысока. Наиболее мутная вода была в реках Теренкара, Кайназар, Леп и Малый Чарын.

цвет воды – коричневый. В остальных реках вода также была замутненной. Во всех исследованных пробах воды присутствовали нитраты. Повышение мутности воды и содержания нитратов указывают на значительную почвенную эрозию в бассейнах всех исследованных рек.

Характеристика ихтиофауны исследованных водоемов. Современная ихтиофауна Балкаш – Илийского бассейна представлены в основном понтическим пресноводным и китайским равнинным фаунистическим комплексами [36]. По сведениям разных источников [37-40], в результате интродукции, видовой состав ис-

следуемого бассейна увеличился от 25-до 42 видов, из них более 50% составляют вселенцы. В настоящей работе приводятся сведения о составе ихтиофауны ранее не изученных рек, за исключением рек Иссык, Талгар и прудов Капшагайского нересто – выростного хозяйства (табл. 4).

Таблица 4 – Таксономический список рыбного населения малых водоемов Иле – Балкашского бассейна (в пределах территории Алматинской области)

№	Виды	Происхождение	Водоемы								
			Капшагайское НВХ		Малые реки						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Отряд карпообразные – Cypriniformes, семейство карповые – <i>Cyprinidae</i>											
1	Плотва <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	ч	+	+	0	0	0	0	0	0	+
2	Белый амур <i>Stenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	ч	+	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Речная абботина <i>Abbotina rivularis</i> (Basilewsky, 1855)	ч	+	+	0	0	+	0	+	+	0
4	Амурский чебачок <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	ч	+	+	0	+	+	0	+	0	0
5	Китайский горчак <i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776)	ч	+	+	0	0	+	0	0	+	0
6	Серебряный карась <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1872)	ч	+	+	0	+	+	0	+	0	0
7	Сазан <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	ч	+	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Белый толстолобик <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	ч	+	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Осман голый <i>Gymnodiptychus dybowskii</i> (Kessler, 1874)	А	0	0	+		0	0	00	0	0
Отряд карпообразные – Cypriniformes, семейство <i>Leuciscidae</i> (<i>Phoxininae</i>)											
10	Гольян балхашский <i>Rhynchocypris poljakowii</i> (Kessler, 1879)	А	0	0	0	+	0	+	0	0	0
Семейство Балиторевые – <i>Balitoridae</i>											
11	Пятнистый губач <i>Triplophysa strauchii</i> (Kessler, 1874)	А	0	0	+	+	+	+	+	0	0
12	Серый голец <i>Triplophysa dorsalis</i> (Kessler, 1872)	А	0	0	0	+	0	+	+	0	0
13	Тибетский голец <i>Triplophysa stoliczkai</i> (Steindachner, 1866)	А	0	0	0	0	0	+	+	0	0
Отряд сомообразные Siluriformes, семейство Сомовые <i>Siluridae</i>											
14	Обыкновенный сом <i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	ч	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Отряд сарганообразные Beloniformes, семейство адрианихтовые <i>Adrianichthyidae</i>											
15	Медака <i>Oryzias latipes</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	ч	+	+	0	0	0	+	0	+	0
Отряд окунеобразные Perciformes, семейство окуневые <i>Percidae</i>											
16	Обыкновенный судак <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	ч	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Семейство бычковые <i>Gobiidae</i>											

17	Китайский элеотрис <i>Micropercops cinctus</i> (Dabry de Thiersant, 1872)	Ч	+	+	0	0	0	0	0	0	0
18	Китайский бычок <i>Rhinogobius brunneus</i> (Temminck & Schlegel, 1845)	Ч	+	+	0	0	0	0	0	+	0
Отряд окунеобразные Perciformes, подотряд Channoidei, семейство Змееголовые Channidae											
19	Змееголов <i>Channa argus</i> (Cantor, 1842)	Ч	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Всего видов рыб по исследованным водоемам:			11	11	2	5	4	5	6	4	1
Примечание: А – аборигенный, Ч – чужеродный											
1 – Капшагайское нересто – выростное хозяйство, выростной пруд; 2 – Капшагайское нересто – выростное хозяйство, сбросной канал; 3 – р. Теренкара; 4 – р. №3; 5 – р. Кайназар; 6 – р. Талгар; 7 – р. Иссык; 8 – р. Малый Чарын; 9 – р. Леп.											

В исследуемых водоемах нами были обнаружены 19 видов рыб включая виды, которые являются объектами искусственного разведения и выращивания в прудах рыбоводных хозяйств, которые относятся к 8 семействам, 4 отрядам. Видовое разнообразие водоемов состоит из аборигенных (25%) и чужеродных (75%) видов рыб (4 табл.).

По данным литературных источников [1,11], аборигенная ихтиофауна Балкашского бассейна включает в себя 11-13 видов рыб, из них в наших сборах были представлены лишь 5 видов (табл. 5).

Таблица 5 – Доля аборигенных рыб в составе сообществ

№	Вид	Количество, экз	Биомасса, г	Доля рыб в сообществах рек, <i>p</i>
1	Осман голый	27	94.6	р. Теренкара – 0.69
2	Гольян балхашский	5	0.61	р. №3 – 0.03; Талгар – 0.15
3	Пятнистый губач	41	149.78	р. №3 – 0.14; р. Иссык – 0.18; р. Теренкара – 0.31; р. Кайназар – 0.24; р. Малый Чарын – 0.14
4	Серый голец	11	24.87	р. №3 – 0.03; р. Иссык – 0.06; р. Талгар – 0.33
5	Тибетский голец	2	7.93	р. Талгар – 0.03; р. Иссык – 0.06

Из таблицы 5 видно, что из всех обнаруженных аборигенных видов рыб по численности и распространению доминирует пятнистый губач, доля которого в сообществах составила от 0.14 до 0.31. Малочисленными видами являются балхашский гольян (0.06) и тибетский голец (0.02), которые обнаружены в реках Талгар, Иссык и в реке №3. В малых реках нами не были обнаружены балхашский окунь, балхашская маринка и илийская маринка, занесенные в Красную Книгу Республики Казахстан [12], также в сообществах рыб не выявлены виды – голец Северцова, одноцветный губач, семиреchenский гольян, входящие в КК Алматинской области и МСОП [13-16].

Большую долю в разнообразии рыбного населения исследованных водоемов составляют чужеродные виды рыб, всего обнаружены 14

видов (74%), из них 7 (50%) видов относятся к промысловым объектам: белый толстолобик, белый амур, карп, судак, сом, змееголов, плотва, карась, в том числе 3 вида искусственно культивируются в условиях Капшагайского нересто – выростного хозяйства: белый толстолобик, белый амур, карп. Количество чужеродных видов рыб, не имеющих хозяйственной ценности составило 7 видов (50%). К ним относятся: амурский чебачок, китайский бычок, речная абботина, китайский горчак, медака, китайский элеотрис. Данные виды являются массовыми в прудах Капшагайского нересто – выростного хозяйства. В исследованных реках чужеродные виды рыб попадались от 1 до 16 экземпляров в пробе. В таблице 6 приведены видовой состав, количественное и долевое соотношение непромысловых интродуцентов (табл. 6).

Таблица 6 – Состав чужеродных видов рыб в исследованных реках

№	Виды чужеродных рыб	Водоемы											
		р. Кайназар		р. Иссык		р. Малый Чарын		р. №3		р. Леп		р. Талгар	
		N. экз	p	N. экз	p	N. экз	p	N. экз	p	N. экз	p	N. экз	p
1	Плотва	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1	0	0
2	Речная абботина	1	0.04	5	0.31	14	0.5	0	0	0	0	0	0
3	Амурский чебачок	16	0.64	1	0.06	4	0.14	11	0.29	0	0	0	0
4	Китайский горчак	0	0	0	0	3	0.11	0	0	0	0	0	0
5	Серебряный карась	1	0.04	5	0.31	0	0	19	0.51	0	0	0	0
6	Медака	0	0	0	0	1	0.04	0	0	0	0	2	0.07
7	Китайский бычок	0	0	0	0	2	0.07	0	0	0	0	0	0
	Всего видов:	3		3		5		2		1		1	

По результатам анализа рыбных сообществ установлено, что в малых реках распространены видами являются амурский чебачок, речная абботина и серебряный карась, из них амурский чебачок и речная абботина доминируют по показателю долевого соотношения в сообществах 0.64 и 0.5 соответственно. Наибольшим видовым разнообразием чужеродных рыб обладает р. Малый Чарын. Ихтиофауна реки Леп была представлена только одним видом – плотвой. Отмечается, что плотва, как фитофильная рыба, создает плотные скопления в подпорной зоне и пойменных водоемах, где хорошо развивается водная растительность [39]. Медака и китайский бычок в сообществах представлены единичными экземплярами, с долей 0.04 и 0.07 соответственно. В рыбном сообществе р. Талгар обнаружен 1 вид чужеродной рыбы – медака с долей 0.07. Из всех исследованных рек чужеродные виды отсутствовали в р. Теренкара. Все перечисленные виды чужеродных рыб в настоящее время натурализовались и в естественных и в искусственных водоемах, а также в массовых количествах локализованы в искусственных прудах рыбоводных хозяйств. В рыбном сообществе прудов Капшагайского нересто-выростного хозяйства данные виды

распространены во всех прудах производственного назначения и являются многочисленными массовыми видами сорных рыб [40]. Из списка акклиматизированных видов непромысловых рыб, характерных для водоемов Балхаш – Илийского бассейна, в период исследований нами не были обнаружены востробрюшка *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky) и гамбузия *Gambusia affinis holbrookii*.

В исследованных прудах Капшагайского НВХ нами были обнаружены следующие 3 вида промысловых чужеродных рыб, не являющиеся объектом культивирования: обыкновенный судак, обыкновенный сом и змееголов, при этом численность и распространение последнего растет. Присутствие перечисленных хищных видов в прудовом хозяйстве крайне нежелательно, поскольку поедая молодь культивируемых рыб, они наносят серьезный ущерб хозяйству. Проникновение этих видов в пруды, вероятно, возможно через водоподающие каналы из рек Леп и Жарсу.

Для описания разнообразия рыбных сообществ были использованы интегральные показатели разнообразия (табл.7) и построена диаграмма равномерности распределения видов (рис.4).

Таблица 7 – Индексы разнообразия рыбного населения исследованных водоемов по состоянию на 2022 г.

Показатели разнообразия сообществ	Исследованные водоемы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество видов (S)	8	2	5	5	5	6	6	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Общее количество рыб (n)	454	39	37	25	27	12	28	28
Индекс доминирования (D)	0.24	0.57	0.37	0.47	0.31	0.26	0.31	1.00
Индекс Симпсона (1-D)	0.76	0.43	0.63	0.53	0.69	0.74	0.69	0.00
Индекс Шеннона (H)	1.73	0.62	1.17	1.01	1.33	1.54	1.45	0.00
Равномерность распределения по Симпсону (E)	0.70	0.93	0.64	0.55	0.76	0.78	0.71	1.00
Равномерность распределения по Шеннону (J)	0.83	0.89	0.73	0.63	0.83	0.86	0.81	0

Название водоемов: 1 – Капшагайское НВХ, 2 – р. Теренкара, 3 – р. №3 река, 4 – р. Кайназар, 5 – р. Талгар, 6- р. Иссык, 7 – р. Малый Чарын, 8 – р. Леп.

Из таблицы 7 видно, что наибольшее разнообразие по индексам Симпсона (1-D) и Шеннона (H) характерны для прудов Капшагайского нересто – выростного хозяйства, рек

№3, Талгар, Иссык и Малый Чарын. Равномерность распределения по Симпсону (E) и Шеннону (J) было больше в реках Теренкара, Талгар и Иссык.

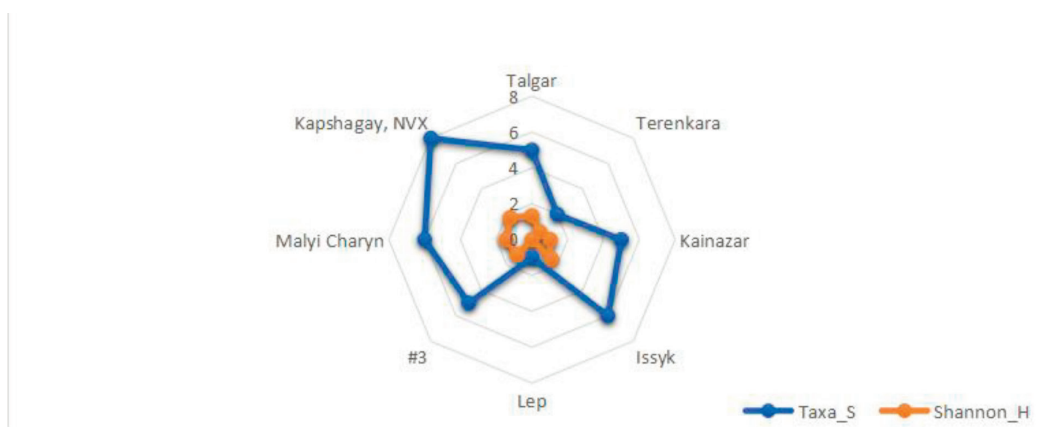


Таблица 4 – Диаграмма равномерности распределения

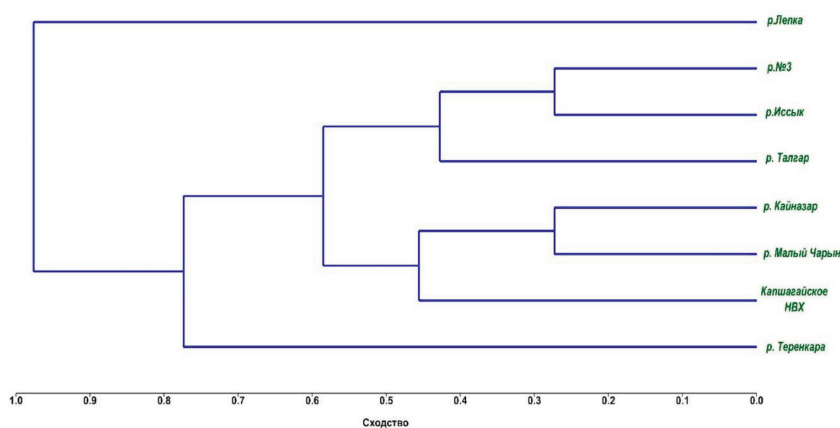


Таблица 5 – Кластерный анализ видового сходства малых водоемов Балхаш – Илийского бассейна

Кластерный анализа сходства видового состава (рис.5) выявил 3 группы водоемов: в первую группу водоемов входят Капшагайское НВХ, реки Малый Чарын, Кайназар, Талгар, Иссык и №3, сходство видового разнообразия между водоемами составила 54.5%. В данной группе водоемов обитают как аборигенные так и чужеродные виды рыб. Температура воды в водоемах находится в пределах 15-18⁰С. Реки Теренкара и Леп составляют остальные 2 группы и отличаются от всех исследованных водоемов бедностью видового состава ихтиофауны. В реке Леп обнаружен 1 чужеродный вид – плотва, в р. Теренкара обнаружены 2 вида – голый осман и пятнистый губач. Температура воды в реке составила 13⁰С. Факторами, определяющими обилие видового состава рек, являются скорость течения и температура воды.

Выводы и Заключение:

В исследованных малых водоемах всего обнаружено 19 видов рыб аборигенной и чужеродной ихтиофауны. Разнообразие аборигенной ихтиофауны состоит из пяти видов рыб, наибольшее распространение из которых получил пятнистый губач. По сравнению с результатами исследований проведенных 20 лет назад [37, 41], также установлены уменьшение численности и сокращение ареалов для тибетского гольца и

балхашского гольяна. В исследованных водоемах данные виды представлены единичными экземплярами. В реке Теренкара обнаружены исключительно аборигенные виды рыб. Установлено, наибольшее видовое разнообразие аборигенных видов в реках Талгар и Иссык.

Широко распространенными видами чужеродной ихтиофауны являются 5 видов рыб: амурский чебачок, серебряный карась, китайский горчак, речная абботина и медака. Данные виды зафиксированы в искусственных прудах, а также на равнинных участках горных рек: Иссык, Кайназар и река №3. Китайский элеотрис и китайский бычок представлены в сообществе с ценными видами рыб в прудах Капшагайского нересто – выростного хозяйства, также китайский бычок был обнаружен в единичных экземплярах в реке Малый Чарын.

Полученные данные свидетельствуют о широком расселении непромысловых видов чужеродной ихтиофауны в малых водоемах Балкаш – Илийского бассейна. Непромысловые виды чужеродной ихтиофауны встречаются не только в прудовых хозяйствах, но и в реках, где температура воды весной и летом прогревается до 18⁰С.

На таксономический состав ихтиофауны исследуемого бассейна существенно влияют естественные и антропогенные факторы. Все исследованные малые реки испытывают высокую антропогенную нагрузку.

Литература

1. Jenkins M. Prospects for biodiversity // Science. – 2003. -Vol. 302. – P.1175-1177.
2. Revenga. C., Campbell. I., Abell. R., de Villiers. P., Bryer. M. Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets // Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences. – 2005. -Vol. 360. – P. 397-413.
3. Mota, M., Sousa, R., Araújo, J., Braga, C., Antunes, C. Ecology and conservation of freshwater fish: time to act for a more effective management. Ecol. Freshwater Fish. -2014. -Vol.23. -P. 111–113. <https://doi.org/10.1111/eff.12113>.
4. Wang, C., Liang, Y.Q., 2017. Age and growth of *Triplophysa anterodorsalis* Zhu & Cao. 1989 in the Heishui River. China. J. Appl. Ichthyol. 33 (6). 1215–1217. <https://doi.org/10.1111/jai.13466>.
5. Zhang, P., Qiao, Y., Grenouillet, G., Lek, S., Cai, L., Chang, J. 2021. Responses of spawning thermal suitability to climate change and hydropower operation for typical fishes below the Three Gorges Dam. Ecol. Indic. 121. 107186 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107186>.
6. Severskiy I.V. Water-related problems of Central Asia: some results of (GIWA) International Water Assessment Program// Ambio. V.33. №1-2. – 2004. -P.52-62.
7. Митрофанов В.П. Формирование современной ихтиофауны Казахстана и ихтиогеографическое районирование // В кн.: Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Наука. 1986. Т.1. -С. 6–40.
8. Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. Некоторые теоретические и практические аспекты акклиматизации рыб в Казахстане // Рыбы Казахстана. Алма – Ата: Ғылым. 1992. Т.5. -С.329-371.
9. Xu H., Ding H., Li M. et al. The distribution and economic losses of alien species invasion to China. Biol. Invasions. Vol. 8. -2006. -P.1495–1500. <https://doi.org/10.1007/s10530-005-5841-2>.
10. Mikeladze. Irakli. Biological invasion threats of biodiversity. Integrated Assessment. Vol. 2. -2015. -P.10-15.
11. Liu, Y., Zheng, Y., Jahn, L.V. et al. Invaders responded more positively to soil biota than native or noninvasive introduced species. consistent with enemy escape // Biol. Invasions. Vol. 25. -2023. -P.351–364. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02919-y>.

12. Соколовский В.Р., Стрельников А.С., Терещенко В.Г., Тимирханов С.Р. Рыбы – вселенцы в Балхашской зоогеографической провинции и их влияние на аборигенную ихтиофауну // «Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2)» Тез. Докладов Второго международного Симпозиума по изучению инвазивных видов. Рыбинск-Борок. – 2005. -С. -170-171.
13. Mamilov N. *Schizothorax argentatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T156744412A156744418. -2020.
14. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T156744412A156744418.en>
15. Mamilov N., Karimov B. *Perca schrenkii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T40709A156765012. -2020. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T40709A156765012.en>.
16. Mamilov N., Karimov B. *Triplophysalabiata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T156722567A156722639. -2020. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T156722567A156722639.en>
17. Mamilov N. *Phoxinus poljakowii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T156735597A156735616. -2020.
18. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T156735597A156735616.en>.
19. Vasil'eva, E.D., Mamilov, N.S. & Magda, I.N. New species of Cypriniform fishes (Cypriniformes) in the fauna of the Balkhash–Ili basin. Kazakhstan. Journal of Ichthyology. Vol. 55. -2015. –P. 447–453. <https://doi.org/10.1134/S0032945215040141>
20. Mamilov, N.S., Konysbaev, T.G., Magda, I.N. and Vasil'eva E. D. Taxonomic Status of Four Rare Alien Fish Species of the Kapchagay Reservoir (Balkhash Basin, Central Asia). Journal of Ichthyology. Vol.61. -2021. -P. 339–347. <https://doi.org/10.1134/S0032945221030061>.
21. Mamilov, N., Shalakhmetova, T., Amirbekova, F., Konysbaev, T., Sutuyeva, L., Adilbayev, Z., & Abdullayeva, B. New data on diversity and distribution of fish in shallow waters in western lake balkhash (kazakhstan). Journal of Applied Ichthyology. Vol.38 (2). -2022. -P 241-246. doi:10.1111/jai.14294.
22. Araújo, F.G., Pinto, B.C.T., Teixeira, T.P. Longitudinal patterns of fish assemblages in a large tropical river in southeastern Brazil: evaluating environmental influences and some concepts in river ecology. Hydrobiologia Vol.618 (1). -2009. –P. 89–107. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9551-5>.
23. Foubert, A., Lecomte, F., Legendre, P., Cusson, M. Spatial organisation of fish communities in the St. Lawrence River: a test for longitudinal gradients and spatial heterogeneities in a large river system. Hydrobiologia Vol.809 (1). -2018. –P. 155–173. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3457-z>.
24. Liu, F., Wang, J., Zhang, F.B., Liu, H.Z., Wang, J.W. Spatial organisation of fish assemblages in the Chishui River. the last free-flowing tributary of the upper Yangtze River. China. Ecol. Freshwater Fish. Vol.30 (1). – 2021b. –P.48–60. <https://doi.org/10.1111/eff.12562>
25. Baoshan Ma, Zhipeng Chu, Ruihang Zhou, Bin Xu, Kaijin Wei, Bing Li, Tianyi Zhao. Longitudinal patterns of fish assemblages in relation to environmental factors in the Anning River, China // Ecological Indicators. Vol. 146. -2023. 109864. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023>.
26. Ресурсы поверхностных вод. Каталог ледников СССР. Т.13 Центральный и Южный Казахстан Выпуск 2. Бассейн оз. Балхаш. Часть 2. Река Чилик. – Л.: Гидрометеиздат. 1968. – 645 с.
27. Мэгаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир. 1992. 184 с.
28. Терещенко В.Г., Терещенко Л.П., Сметанин ММ. Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообществ // Биоразнообразие: степень таксономической изученности. М.: Наука. 1994. С. 86-97.
29. Hammer Ø. et al. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia electronica. – 2001. – Т. 4. – №. 1. – С. 9.
30. QGIS Development Team. 2021. QGIS 3.22.1. Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project: <http://qgis.osgeo.org>. Дата обращения: 02.01.2023.
31. Богуцкая Н.Г., Насека А. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2004.-389 с.
32. Карпов В.Е. Список видов рыб и рыбообразных Казахстана // В кн.: Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: история и современное состояние. Алматы: Бастау. 2005. С. 152–168.
33. Froese, R., Pauly D. Editors. 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. version (08/2021).
34. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами // 3-е издание Кристмас+. Санкт – Петербург. 2004.
35. Кан О.М., Кегенова Г.Б., Джаллаева Л.А. Характеристика производителей карпа (*Cyprinus carpio*) Капшагайского нересто – выростного хозяйства // Вестник КазНУ. Серия экология, 1 (33) -2012.-С.121-124.
36. Карпанин Д.П., Иванов А.П. Рыбоводство. – Изд-во: Пищ. пром.Москва. 1967 г.-372 с.
37. Емельянова Л.А. Формирование рек «карасу» восточной части левобережья Илийской долины. // Биология и география. Вып.V. - Алма-Ата: Изд. МВиССО КазССР, 1970 г., с. 219-229
38. Стрельников А.С., Терещенко В.Г., Стрельникова А.П. Анализ последствий массовой акклиматизации и саморасселения новых видов рыб и их влияние на аборигенную ихтиофауну в водоемах Балхашской зоогеографической провинции // Водные биоресурсы и их рациональное использование. Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2016. №3. С.37-44.
39. Мамилов Н.Ш. Чужеродные виды рыб в малых водоемах Балхашского бассейна и их взаимодействия с аборигенной ихтиофауной // Мат. II между. Симпозиума Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). 2005. С. 190-191.
40. Мамилов Н.Ш., Балабаева Г.К., Койшыбаева Г.С. Распространение чужеродных видов рыб в малых водоемах Балхашского бассейна // Российский Журнал Биологических Инвазий № 2 2010. С.29-36.
41. Касымбеков Е.Б., Пазылбеков М.Ж. Современное состояние водных биоресурсов Балхаш – Илийского бассейна // Водные ресурсы и среда обитания. Т.3. №1. 2020 г. С.89-105.

42. Кегенова Г.Б. Видовое разнообразие сорных рыб в прудовых хозяйствах Алматинской области//Современное состояние водных биоресурсов: материалы международной конференции. г. Новосибирск. 11-13 ноября. 2021. С.132-136.

43. Тимирханов С.Р. Ихтиофауна малых рек Балхаш-Алакольского бассейна // Вестник КазГУ. серия биологическая. 2000. №4. С. 60–66.

References

1. Araújo, F.G., Pinto, B.C.T., Teixeira, T.P. Longitudinal patterns of fish assemblages in a large tropical river in southeastern Brazil: evaluating environmental influences and some concepts in river ecology. *Hydrobiologia* Vol.618 (1). -2009. –P. 89–107. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9551-5>.

2. Baoshan Ma, Zhipeng Chu, Ruihang Zhou, Bin Xu, Kaijin Wei, Bing Li, Tianyi Zhao. Longitudinal patterns of fish assemblages in relation to environmental factors in the Anning River, China // *Ecological Indicators*. Vol. 146. -2023. 109864. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023>.

3. Boguckaya N.G., Naseka A. Каталог beschelyustnyh i ryb presnyh i solonovatyh vod Rossii s nomenklaturnymi i taksonomicheskimi kommentariyami. M.: Tovarishchestvo nauchnyh izdaniy KMK. 2004.-389 s.

4. Emel'yanova L.A. Formirovanie rek "karasu" vostochnoj chasti levoberezh'ya Ilijskoj doliny. // *Biologiya i geografiya*. Vyp.V. –Alma-Ata: Izd. MViSSO KazSSR, 1970 g., s. 219-229

5. Foubert, A., Lecomte, F., Legendre, P., Cusson, M. Spatial organisation of fish communities in the St. Lawrence River: a test for longitudinal gradients and spatial heterogeneities in a large river system. *Hydrobiologia* Vol.809 (1). -2018. –P. 155–173. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3457-z>.

6. Froese, R., Pauly D. Editors. 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. version (08/2021).

7. Hammer Ø. et al. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia electronica*. – 2001. – T. 4. – №. 1. – S. 9.

8. Jenkins M. Prospects for biodiversity // *Science*. – 2003. -Vol. 302. – P.1175-1177.

9. Kan O.M., Kegenova G.B., Dzhallaeva L.A. Kharakteristika proizvoditelej karpa (*Cyprinus carpio*) Kapshagajskogo neresto – vy'roznogo khozyajstva // *Vestnik KazNU. Seriya e'kologiya*, 1 (33) -2012.-S.121-124.

10. Karpanin D.P., Ivanov A.P. Rybovodstvo. – Izd-vo: Pishch. prom.Moskva. 1967 g.-372 s.

11. Karpov V.E. Spisok vidov ryb i ryboobraznyh Kazahstana // V kn.: Rybohozyajstvennye issledovaniya v Respublike Kazahstan: istoriya i sovremennoe sostoyanie. Almaty: Bastau. 2005. S. 152–168.

12. Kasymbekov E.B., Pazylbekov M.ZH. Sovremennoe sostoyanie vodnyh bioresursov Balhash – Ilijskogo bassejna // *Vodnye resursy i sreda obitaniya*. T.3.№1. 2020 g. S.89-105.

13. Kegenova G.B. Vidovoe raznoobrazie sornyh ryb v prudovyh hozyajstvakh Almatinskoy oblasti//Sovremennoe sostoyanie vodnyh bioresurov: materialy mezhdunarodnoj konferencii. g. Novosibirsk. 11-13 noyabrya. 2021. S.132-136.

14. Liu, F., Wang, J., Zhang, F.B., Liu, H.Z., Wang, J.W. Spatial organisation of fish assemblages in the Chishui River. the last free-flowing tributary of the upper Yangtze River. China. *Ecol. Freshwater Fish*. Vol.30 (1). – 2021b. –P.48–60. <https://doi.org/10.1111/eff.12562>

15. Liu, Y., Zheng, Y., Jahn, L.V. et al. Invaders responded more positively to soil biota than native or noninvasive introduced species. consistent with enemy escape // *Biol. Invasions*. Vol. 25. – 2023. -P.351–364. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02919-y>.

16. Mamilov N. Phoxinus poljakowii. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T156735597A156735616. -2020.

17. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T156735597A156735616.en>.

18. Mamilov N. Schizothorax argentatus. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T156744412A156744418. -2020. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T156744412A156744418.en>

19. Mamilov N., Karimov B. Perca schrenkii. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T40709A156765012. -2020. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T40709A156765012.en>.

20. Mamilov N., Karimov B. Triplophysa labiata. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T156722567A156722639. – 2020.

21. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T156722567A156722639.en>

22. Mamilov N.SH. Chuzherodnye vidy ryb v malyh vodoyomah Balhashskogo bassejna i ih vzaimodejstviya s aborigennoj ihtiofaunoy// *Mat. II mezhd. Simpoziuma CHuzherodnye vidy v Golarktike (Borok-2)*. 2005. S. 190-191.

23. Mamilov N.SH., Balabieva G.K., Kojshybaeva G.S. Rasprostranenie chuzherodnyh vidov ryb v malyh vodoemah Balhashskogo bassejna // *Rossijskij ZHurnal Biologicheskikh Invazij* № 2 2010. S.29-36.

24. Mamilov, N., Shalakhmetova, T., Amirbekova, F., Konyshbayev, T., Sutuyeva, L., Adilbayev, Z., & Abdullayeva, B. New data on diversity and distribution of fish in shallow waters in western lake balkhash (kazakhstan). *Journal of Applied Ichthyology*. Vol.38 (2). -2022. -P 241-246. doi:10.1111/jai.14294.

25. Mamilov, N.S., Konyshbaev, T.G., Magda, I.N. and Vasil'eva E. D. Taxonomic Status of Four Rare Alien Fish Species of the Kapchagay Reservoir (Balkhash Basin, Central Asia). *Journal of Ichthyology*. Vol.61. -2021. -P. 339–347. <https://doi.org/10.1134/S0032945221030061>.

26. Megarran E. Ekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie. M.: Mir. 1992. 184 s.

27. Mikeladze Irakli. Biological invasion threats of biodiversity. *Integrated Assessment*. Vol. 2. -2015. -P.10-15.

28. Mitrofanov V.P. Formirovanie sovremennoj ihtiofauny Kazahstana i ihtiogeograficheskoe rajonirovanie // V kn.: Ryby Kazahstana. Alma-Ata: Nauka. 1986. T.1. -S. 6–40.

29. Mitrofanov V.P., Dukravec G.M. Nekotorye teoreticheskie i prakticheskie aspekty akklimatizacii ryb v Kazahstane // *Ryby Kazahstana*. Alma – Ata: Fylym. 1992. T.5. -S.329-371.
30. Mota, M., Sousa, R., Araújo, J., Braga, C., Antunes, C. Ecology and conservation of freshwater fish: time to act for a more effective management. *Ecol. Freshwater Fish.*-2014.-Vol.23.-P. 111–113. <https://doi.org/10.1111/eff.12113>.
31. Murav'ev A.G. Rukovodstvo po opredeleniyu pokazatelej kachestva vody polevymi metodami // 3-e izdanie Kristmas+. Sankt – Peterburg. 2004.
32. QGIS Development Team. 2021. QGIS 3.22.1. Geographic InformationSystem. Open-Source Geospatial Foundation Project:<http://qgis.osgeo.org>. Data obrashcheniya: 02.01.2023.
33. Resursy poverhnostnyh vod. Katalog lednikov SSSR. T.13 Central'nyj i YUzhnyj Kazahstan Vypusk 2. Bassejn oz. Balhash. CHast' 2. Reka CHilik. – L.: Gidrometeoizdat. 1968. – 645 s.
34. Revenga, C., Campbell, I., Abell, R., de Villiers, P., Bryer, M. Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets // *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*. – 2005. -Vol. 360. – P. 397-413.
35. Severskiy I.V. Water-related problems of Central Asia: some results of (GIWA) International Water Assessment Program// *Ambio*. V.33. №1-2. – 2004. -P.52-62.
36. Sokolovskij V.R., Strel'nikov A.S., Tereshchenko V.G., Timirhanov S.R. Ryby – vselency v Balhashskoj zoogeograficheskoj provincii i ih vliyanie na aborigennuyu ihtiofaunu //«CHuzherodnye vidy v Golarctike (Borok-2)» Tez. Dokladov Vtorogo mezhdunarodnogo Simpoziuma po izucheniyu invazijnyh vidov. Rybinsk-Borok. – 2005. -S. -170-171.
37. Strel'nikov A.S., Tereshchenko V.G., Strel'nikova A.P. Analiz posledstvii massovoj akklimatizacii i samorasseleniya novyh vidov ryb i ih vliyanie na aborigennuyu ihtiofaunu v vodoemah Balhashskoj zoogeograficheskoj provincii // *Vodnye bioresursy i ih racional'noe ispol'zoovanie*. Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe hozyajstvo. 2016.№3. S.37-44.
38. Tereshchenko V.G., Tereshchenko L.P., Smetanin M.M. Ocenka razlichnyh indeksov dlya vyrazheniya biologicheskogo raznoobraziya soobshchestv // *Bioraznoobrazie: stepen' taksonomicheskoy izuchennosti*. M.: Nauka. 1994. S. 86-97.
39. Timirhanov S.R. Ihtiofauna malyh rek Balhash-Alakol'skogo bassejna //Vestnik KazGU. seriya biologicheskaya. 2000. №4. S. 60–66.
40. Vasil'eva, E.D., Mamilov, N.S. & Magda, I.N. New species of Cypriniform fishes (Cypriniformes) in the fauna of the Balkhash–Ili basin. Kazakhstan. *Journal of Ichthyology*. Vol. 55. -2015. –P. 447–453. <https://doi.org/10.1134/S0032945215040141>
41. Wang, C., Liang, Y.Q., 2017. Age and growth of *Triplophysa anterodorsalis* Zhu & Cao. 1989 in the Heishui River. China. *J. Appl. Ichthyol.* 33 (6). 1215–1217. <https://doi.org/10.1111/jai.13466>.
42. Xu H., Ding H., Li M. et al. The distribution and economic losses of alien species invasion to China. *Biol. Invasions*. Vol. 8. -2006. -P.1495–1500. <https://doi.org/10.1007/s10530-005-5841-2>.
43. Zhang, P., Qiao, Y., Grenouillet, G., Lek, S., Cai, L., Chang, J. 2021. Responses of spawning thermal suitability to climate change and hydropower operation for typical fishes below the Three Gorges Dam. *Ecol. Indic.* 121. 107186 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107186>.